Anat. 4°
100
d

4°
Anat
100d

Hueck

Die Bewegung der Krystalllinse.

DIE

BEWEGUNG DER KRYSTALLLINSE

VON

Dr. ALEXANDER HUECK,
Professor an der Universität zu Dorpat.

Mit 4 lithographirten Tafeln.

Dorpat, 1839.
Verlag von C. A. Kluge.

Leipzig, bei Otto Wigand.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorwort.

Wiederholte Forschungen in einem beschränkten Felde, fortgesetzte Untersuchungen eines einzelnen Gegenstandes, erschiene er heim ersten Blicke auch gar klein und unbedeutend, das ist es, worin sich dem Freunde der Natur ihr unerschöpflicher Reichthum am glänzendsten offenbart. Den ersten Anstoss zu solch einer isolirten Untersuchung gibt ihm oft nur „ein geistreich ausgesprochenes Wort;" er wird durch eine gelegentliche Beobachtung oder durch den Widerspruch, den ein neu aufgehendes Licht an den alten Ansichten aufdeckt, zur lockenden Oberfläche einer ihm noch unbekannten Tiefe geführt. Wagt er es nun, in diese selbst zu blicken, so reizt gerade die Dunkelheit zu fortgesetzter Forschung. Dann wird der gewählte Gegenstand durch die erste hellere Einsicht, durch die Ueberwindung der ersten Schwierigkeit lieb und werth; es eröffnet sich die Aussicht, ihn einst durchdringen zu können. Aber eben im Streben nach diesem Ziele erweitert sich der Blick; was uns entfernt schien, das stellt sich als Verwandtes dar, ein Anfangs unbeachteter Nebenumstand erweitert sich zu einer Reihe neuer Erscheinungen, nach allen Seiten hin zeigen sich die Verbindungen der ursprünglich isolirten Beobachtung, und das so nah geglaubte Ziel rückt nur immer weiter und weiter hinaus.

Indem ich Dieses lebhaft empfinde, möchte ich in der That auch gerade jetzt, da die folgenden Beobachtungen und Untersuchungen zur Mittheilung an das Publicum der Physiologen und Anatomen bereit liegen, sie lieber noch einige Jahre zurückhalten. Denn nicht allein ist mir die Unvollkommenheit der Beobachtungen selbst gerade dadurch recht einleuchtend geworden, dass ich sie zu verschiedenen Zeiten anstellte, sie immer vom neuem und zuletzt bei der Herausgabe prüfte, sondern ich sehe zu gleicher Zeit auch, wie viele ähnliche Beobachtungen noch angestellt werden müssen, um den Gegenstand vollkommen ins Klare zu bringen.

Wird es mir nun aus solchen Gründen wirklich schwer, mich von diesen Untersuchungen zu trennen, so bestimmen mich dennoch andere Rücksichten zur Herausgabe. Zuerst gibt es ja überhaupt keine Entdeckung, Erfahrung, keine Ansicht im Gebiete der Natur, die der Einzelne sein specielles Eigenthum nennen könnte, denn die Wissenschaft ist Gemeingut des ganzen Geschlechts, schreitet gleichförmig fort, und gleichzeitig gelangen von einander entfernte Beobachter zu gleichen Resultaten. Ein Einzelner ermüdet daher, wenn er allein arbeitet, ohne die Mitarbeiter in seinem Fache zur Beachtung derselben Erscheinungen aufzufordern, ohne, sie anregend, selbst wiederum von ihnen angeregt zu werden. Dann aber scheint mir die Aufgabe unserer Zeit zu sein, nicht allein die Thatsachen zn vermehren, und so nur den Stoff zum Bau der Wissenschaft aufzuthürmen, sondern auch durch Zusammenfügen der Materialien einzelne Theile des Baues auszuführen, damit dem Blicke des Beschauers ein leicht zu übersehendes Ganze sich darbiete. Endlich fand ich darin einigermaassen eine Aufforderung, gerade jetzt hervorzutreten, dass wenigstens in den bisherigen Untersuchungen, wenn ich sie möglichst unbefangen prüfte, kein Widerspruch nachweisbar war, sie daher in der Hauptsache mir vollkommen richtig erschienen, wenn gleich manche Einzelnheit, z. B. die Dimensionen der Häute, nur annähernd bestimmt werden konnten.

Für die freundschaftliche Theilnahme mehrerer Collegen und Commilitonen an meinen Beobachtungen, so wie für die freundliche Bereitwilligkeit, mit welcher sich Einige derselben den verschiedenen Beobachtungen und Versuchen selbst unterzogen, sage ich ihnen hiermit meinen aufrichtigsten Dank.

Und so übergebe ich denn diesen kleinen Beitrag zur Lehre vom Sehen nachsichtigen Beurtheilern zur Prüfung und Gleichdenkenden zur weiteren Bearbeitung.

Dorpat, den $\frac{1}{13}$ Juni 1838.

Hueck.

Inhalts-Verzeichniss.

Seite

Vorwort V

Erster Abschnitt.

Beobachtungen über die inneren Veränderungen des Auges beim Fern- und Nahsehen 1

Erstes Capitel. Urphänomen. Versuch 1—4. 3
Zweites Capitel. Individuelles. Vers. 5—7. 5
Drittes Capitel. Scharfes und deutliches Sehen. Vers. 8 und 9. 9
Viertes Capitel. Horopter. 18
Fünftes Capitel. Subjective Beobachtungen der inneren Veränderungen. Vers. 10—18. ... 19
Sechstes Capitel. Objective Beobachtungen der inneren Veränderungen. Vers. 19—23. 24
Siebentes Capitel. Erscheinungen, die von den inneren Veränderungen abhängig sind. Vers. 24—30. 30

Zweiter Abschnitt.

Von den scheinbaren Ursachen der inneren Veränderungen. 35

Achtes Capitel. Findet überhaupt eine innere Veränderung Statt? 35
Neuntes Capitel. Ist eine Veränderung in der Form des Augapfels möglich? Vers. 31—33 36
Zehntes Capitel. Reicht die Erweiterung und Verengerung der Pupille zur Erklärung des Fern- und Nahsehens hin? Vers. 34—46 36
Elftes Capitel. Kann die Linse ihre Form verändern? 56

Dritter Abschnitt.

Von der Bewegung der Krystalllinse als Ursache der inneren Veränderungen des Auges 59

Zwölftes Kapitel. Beobachtungen über die Bewegung der Krystalllinse. Vers. 37 — 39 60

Dreizehntes Capitel. Abweichende Ansichten über die Art, wie das Vorrücken der Linse bewerkstelligt werde 63

Vierzehntes Capitel. Lage und Verbindung des Ciliarkörpers im menschlichen Auge 67

Funfzehntes Capitel. Lage und Verbindung des Ciliarkörpers im Auge verschiedener Säugethiere 67

Sechzehntes Capitel. Lage und Verbindung des Ciliarkörpers im Auge der Vögel 91

Siebzehntes Capitel. Bewegung der Krystalllinse mittelst des Ciliarkörpers 104

Anhang.

Professor Senff's Berechnung der Strahlenbrechung bei verändertem Stande der Linse 109

Litteratur 113

Erklärung der Figuren 118

Erster Abschnitt.

Beobachtungen über die inneren Veränderungen des Auges beim Fern- und Nahsehen.

Wer sich einer ungestörten Gesundheit seiner Glieder und Sinne erfreut, findet sich selten veranlasst, auf ihre Functionen zu achten, und diese unbemerkte Thätigkeit beweist gerade die Gesundheit eines Organs. Wir werden erst durch ein Leiden desselben dahin gebracht, unsere Aufmerksamkeit ihm zuzuwenden. So achtet nun auch der junge Mann, dessen Auge gesund, normal gebaut und wohlgeübt ist, kaum darauf, dass und wie er sieht, denn er sieht in jeder Entfernung deutlich und ohne Hinderniss. Aber dieser Zustand des Auges ist gerade unter den Gebildeten, insbesondere unter den Gelehrten ein seltener. Die meisten jungen Leute dieses Standes leiden mehr oder weniger an Kurzsichtigkeit; unter den älteren Männern dieses wie des Handwerkstandes sind dagegen Viele fernsichtig. Solche Zustände werden für Beide Veranlassung, auf ihr Auge und auf dessen verschiedene Zustände beim Nah- und beim Fernsehen aufmerksam zu werden.

Da es aber ungleich mehr Aufmerksamkeit erfordert, die Veränderungen des gesunden, normalen Auges beim Sehen entfernter oder naher Gegenstände zu beobachten, als eine offenbare Kurz- oder Fernsichtigkeit zu bemerken, so ist es auch sehr erklärlich, weshalb die Physiologen erst später ihre Aufmerksamkeit auf jene Veränderungen des Auges beim Nah- und Fernsehen gerichtet haben.

Die ersten Bemerkungen über Kurz- und Fernsichtigkeit finden wir beim Aristoteles (No. 1. T. II. p. 475. E et P), der in seinen Problemen die Frage aufwirft: „weshalb die Kurzsichtigen in der Nähe so scharf sehen, in der Ferne aber undeutlich, während die Alten, die Weitsichtigen, umgekehrt in der Ferne deutlich, in der Nähe nur unvollkommen die Gegenstände zu unterscheiden im Stande seien?“ Indessen erwarte man hiernach keine optischen Beobachtungen, die auch in den folgenden Jahrhunderten selten und dürftig waren. *Seneca* (No. 2. L. X. cap. 6) kannte die Vergrösserung von Gegenständen, die man durch ein gläsernes, mit Wasser gefülltes Gefäss betrachtet. Aber erst *Galen's* Kenntnisse deuten auf eine mathematische Behandlung der Optik. Nachdem er eine ziemlich ausführliche Beschreibung von den Theilen des Auges gegeben, sagt er bei Betrachtung der Functionen dieses Organs (No. 3. p. 529): „die Sehlinien dringen in einem Kegel ins Auge.“

Ungleich später findet sich eine Andeutung über das Fern- und Nahsehen des gesunden Auges, nämlich erst in *Alhaze's* Optik, die *Vitellio* im Jahre 1270 interpretirte (No. 4. p. 209). *Roger Bako*, *Vitellio's* Zeitgenosse, ahnete die Möglichkeit einer Verbesserung des mangelhaften Gesichts durch Brillen (No. 5. p. 110), welche denn auch in der That bald nachher ausgeführt wurden, und allgemein in Anwendung kamen. — Den eigentlichen Grund zur Lehre vom Sehen legte erst der messiner *Maurolycus* (No. 6. theor. 23), sich auf diese Vorgänger stützend, indem er um das Jahr 1500 es aussprach: „die Flüssigkeiten des Auges nehmen das Bild des Gesehenen auf, und führen es durch den Sehnerven dem Gehirne zu.“ Er setzte die Ursache der Myopie in die Vereinigung der Strahlen vor der Netzhaut, die der Presbyopie dagegen in die Nichtvereinigung auf der Netzhaut. Von *Maurolycus* war nur noch ein Schritt bis zu *Porta's* Entdeckung der camera obscura (No. 7. lib XVII. c. 6), womit nun auch sogleich die Kenntniss von dem im Auge entstehenden Bilde der äusseren Gegenstände sich verband. Hierauf wurde nun theils die Structur des Auges von *Vesal* und *Falloppia* genauer beschrieben, insbesondere erwähnte Letzterer zuerst das *corpus ciliare*, und gab den Sitz der Linse an (No. 8. p. 417), theils wurden die optischen Instrumente am Ende des 16ten und am Anfange des 17ten Jahrhunderts entdeckt, und durch *Galiläi* und *Kepler* ungemein vervollkommnet; sodass also dieser die Lehre vom Sehen hinreichend vorbereitet fand, um eine klare Einsicht in den optischen Theil des Sehprocesses gewinnen zu können.

Kepler hat das Verdienst, zuerst (und zwar, wie er selbst anführt [No. 9. S. 200], erst nach einer dreijährigen, fortgesetzten Forschung) die optische Structur des Auges, so wie die daraus hervorgehende Entstehung des Bildes auf der Netzhaut durch genauere Beschreibung der Theile, wie durch die Anwendung optischer Gesetze wirklich evident erwiesen zu haben [1]). Er zeigte zuerst, weshalb Concavgläser dem kurzsichtigen Auge, Convexgläser dem fernsichtigen dienlich sind (No. 10. prop. 20). Er war der Erste, welcher die inneren Veränderungen des Auges beim Fern- und Nahsehen genauer beobachtete, und den wahren Grund derselben, nämlich die veränderte Entfernung der Linse von der Netzhaut, sogleich angab (prop. 26).

Die durch *Kepler* bewiesene Entstehung eines umgekehrten Bildes der äusseren Gegenstände auf der Netzhaut zeigte der Pater *Scheiner* (No. 85. p. 110) öffentlich in Rom an einem Ochsenauge, von dem er den hinteren Theil der Sclerotica und Chorioidea entfernte (No. 11. lib. II. p. 114). Er setzt dabei den optischen Theil des Sehens, *Kepler* beistimmend, trefflich auseinander (No. 85. p. 129), so wie er auch die Myopie und Presbyopie richtig erklärte.

Durch diese Männer sehen wir somit die Untersuchungen über Nah- und Fernsehen eröffnet, welche seit jener Zeit durch zwei Jahrhunderte ein Problem für alle Physiker und Physiologen gewesen sind. — Denn ohne *Kepler's* Andeutungen über die Ortsveränderung der Linse weiter auszuführen, versuchten schon die nächsten Nachfolger, z. B. *Cartesius*, diese Function aus einer Zusammenziehungsfähigkeit der Substanz der Linse zu erklären. Zur Widerlegung dieser neuen Ansicht gingen dagegen Anatomen und Physiologen wiederum darauf aus, die Zusammendrückung des Augapfels durch

---

1) *Plempius* (No. 62. lib. II. c. 19) führt übrigens an, dass *Plater* schon vor *Kepler* die Art, wie das Bild auf der Netzhaut entsteht, durch eine Zeichnung in seinen anatomischen Tafeln versinnlicht habe.

die Augenmuskel wahrscheinlich zu machen. Andere liessen sich durch die mit dem Nah- und Fernsehen gleichzeitige Verengung und Erweiterung der Pupille verleiten, dieser Veränderung jene Function zuzuschreiben. Es ist in den letzten Jahrzehnden fast Sitte geworden, neue, wenn gleich noch so abenteuerliche Ansichten über diese Function vorzubringen; ja es sind gar Männer aufgetreten, welche selbst das Bestehen einer solchen Function, oder überhaupt gar die Entwerfung eines Bildes auf der Netzhaut läugneten. Die verschiedenartigsten Erfahrungen wurden zum Erklären des Nah- und Fernsehens benutzt und oft bildete eine einzelne flüchtige Beobachtung die Basis einer neuen Theorie.

Dem unbefangenen Beobachter der sich stets wiederholenden hier und da neu aufblitzenden Ansichten über diesen Gegenstand drängt sich daher unwillkürlich die Bemerkung auf, dass in Betreff der Erklärung des Fern- und Nahsehens die Erfindungskraft der Physiologen wirklich am Ziele sei, indem jetzt in der That auch das Widersinnigste behauptet worden ist, wenn es nur irgend den entferntesten Schein der Möglichkeit hatte, auf den Schein der Wahrscheinlichkeit konnten ohnehin manche Theorien nicht mehr Anspruch machen. Hiernach scheint es zwar gegenwärtig an der Zeit, die reinen, wahrhaft erspriesslichen Resultate aus jenen vielfachen Bemühungen für die Physiologie des Auges zu gewinnen; doch ist es schwierig, gerade diejenigen Thatsachen aus der Masse herauszuheben und an einander zu reihen, welche den Gegenstand hinreichend deutlich zu machen im Stande sind. Es kann ja in der Lehre vom Sehen kaum Etwas behauptet werden, von dem nicht schon einmal das Gegentheil hier und da angenommen worden wäre, so dass also der Text der Darstellung von einer unausgesetzten Polemik vom Anfange bis zum Schlusse begleitet sein müsste.

Zur Vermeidung einer solchen Polemik ziehe ich's vor, hier sogleich mit Versuchen zu beginnen; denn Thatsachen sprechen am besten und stillschweigend gegen Meinungen, leicht aber ergeben sich aus der Zusammenstellung der Thatsachen die Resultate für die in Rede stehende Function.

Erstes Capitel.

Urphänomen.

Versuch 1. Ein vollkommen gesundes kräftiges, in jeder Art des Sehens geübtes Auge sieht bei voller Beleuchtung und reiner Luft einen dunklen Strich, einen Punct, ein Haar, einen Ast, Faden etc. auf hellem Hintergrunde vollkommen deutlich, einfach, scharf begrenzt. Ebenso deutlich erscheint einem solchen Auge ein helles Object auf dunklem Hintergrunde.

Vers. 2. Entfernt sich ein solches Auge von seinem Objecte allmälig mehr und mehr, so behält nichts desto weniger der Strich stets sein einfaches scharf begrenztes Ansehen, bis endlich in einer gewisssen Entfernung, wo sein Breitendurchmesser unter einem sehr kleinen Gesichtswinkel gesehen wird, der nach Umständen 2, 6, auch 15 oder 24 Secunden betragen kann, das kleine Object fast

plötzlich, ohne vorher breiter zu erscheinen, dem Gesichte entschwindet, und man auf dem hellen oder dunklen Hintergrunde nun durchaus nichts mehr gewahr wird [1]).

Vers. 3. Man nähere ein Auge, indem man das andere bedeckt, allmälig diesem Striche, so bemerkt man im Bemühen, denselben deutlich zu sehen, bei 9, 6, 4 Zoll Entfernung eine gewisse Anstrengung des Auges, die mit der Annäherung zunimmt, bis endlich, bei zu grosser Nähe des Objects, das Auge nicht mehr im Stande ist, dasselbe deutlich zu erkennen. Es scheint jetzt eine Veränderung an dem Striche vorzugehen; er wird, je näher man ihn dem Auge rückt, um desto undeutlicher, breiter; seine Ränder erscheinen nicht mehr scharf begrenzt, sondern schattig, verwischt, endlich sieht man an seiner Stelle nur einen grauen länglichen Schatten. Die Entfernung, in welcher ein kleiner Gegenstand beim Annähern undeutlich zu werden beginnt, ist also die Grenze des deutlichen Sehens für dieses Auge oder der Grenzpunct [2]).

Vers. 4. Man befestige ein kleines Object, z. B. eine Stecknadel, ein Schwefelhölzchen, so nah vor dem Auge, dass es noch mit Leichtigkeit deutlich gesehen werden kann, also etwa 5—7 Zoll vom Auge entfernt, und wähle sodann einen genau in derselben Richtung, also in der Augenaxe befindlichen entfernten Gegenstand, etwa einen Baum, ein Fenster, einen Fleck an der Wand. Sieht man nun (mit einem Auge) auf den Baum, so erscheint die Stecknadel undeutlich, mit verwischten Rändern gleich einem breiten Schatten, dagegen der Baum deutlich. Sieht man dagegen auf die Stecknadel, so erscheint der Baum undeutlich, seine Aeste sind nicht mehr zu unterscheiden, einzelne derselben geben ein breites, schattiges Bild, werden doppelt, dreifach, vierfach gesehen, statt des Baumschlages sieht man nur grüne Flecke.

Dieser Versuch lässt sich nun vielfach modificiren; so z. B. kann ein gutes Auge das nahe Object vom Auge entfernen, und beobachtet dabei an dem entfernten stets jene schattigen Ränder, welche nur um so geringer erscheinen, je weiter das nahe Object gestellt wird. Personen, welche diese Fähigkeit der inneren Veränderungen im vollkommnen Grade besassen, konnten selbst dann noch schattige Ränder wahrnehmen, wenn das nahe Object 3—6 Fuss vom Auge entfernt war, das entfernte aber 8 bis 10 Fuss. Umgekehrt kann man das nahe Object unverrückt etwa 5 Zoll vom Auge aufstellen, und nun das entfernte nähern, so wird man auch dann noch eine Undeutlichkeit bemerken, wenn beide 2, 1, ½, ja selbst nur ¼ Zoll von einander entfernt sind. Man halte z. B. die Spitze eines Haares 3 oder 4 Zoll vom Auge und ½ Zoll über eins jener schwarzen Härchen, die sich fast in jedem Papiere finden, und fixire nun das Härchen, so wird die Spitze des Kopfhaars undeutlich erscheinen, und umgekehrt sieht man das Kopfhaar undeutlich, wenn man das Härchen im Papiere fixirt. Oder man stecke zwei Nadeln 6 Zoll von einander in den Rücken eines Buches und halte dieses nun so, dass die nächste Nadel einen Fuss vom Auge entfernt ist, so tritt bei wechselnder Be-

---

1) Dass nicht jedes Auge so sieht, wird sich sogleich aus der Betrachtung der individuellen Verschiedenheiten ergeben, unstreitig aber ist dieses das normale Sehen, da jeder Kurzsichtige diesen Versuch ebenso gut (wenn das Uebel nicht zu bedeutend ist), nur mit der Brille anstellen kann.

2) Jedes gesunde Auge, es sei nun normal gebildet oder kurzsichtig, oder fernsichtig, hat einen solchen Grenzpunct in der Sehaxe, oder, da man auch seitwärts neben der Axe deutlich und undeutlich sieht, eine das deutliche Sehen begrenzende Ebene. Eine Ausnahme macht nur das Auge nach der Staaroperation.

trachtung dasselbe Phänomen ein, nur weniger auffallend [1]). Das nicht betrachtete, entweder nähere oder entferntere Object gleicht einem breiten lichten Schatten, der entweder vor dem betrachteten schwebt, oder den Hintergrund des betrachteten bildet [2]). Stellt man übrigens ausserdem noch neben den wirklich betrachteten einen anderen Gegenstand, so erscheint auch dieser, ohne dass man ihn fixirt, d. h. ohne dass er in der Sehaxe liegt, deutlich oder undeutlich, je nachdem das Auge für die Gesichtsebene, in der er sich befindet, eingerichtet ist oder nicht. Man muss sich, um dieses zu beobachten, nur überhaupt daran gewöhnt haben, einen seitlichen Gegenstand, ohne dass er fixirt wird, zu beachten [3]).

Es ist also gewiss, dass das Auge jedesmal nur in einer bestimmten Entfernung deutlich, und während der Zeit entferntere wie nähere Gegenstände undeutlich sieht. Es ist ferner gewiss, dass das Auge willkürlich sich bald zum Deutlichsehen eines entfernten, bald eines näheren Gegenstandes einrichten kann.

Zweites Capitel.

Individuelles.

Die im vorigen Capitel angegebenen Versuche sind wie gesagt nur von einem durchaus normal gebildeten Auge vollkommen ausführbar. Es bestehen aber bei den Beobachtern individuelle Unterschiede in der Bildung des Auges. Diese sind der Grund der Meinungsverschiedenheiten, welche beim Anstellen der eben aufgeführten Grundversuche geäussert worden sind. Es würde also zunächst gefragt werden müssen, welches Auge kann man in Beziehung auf Anpassungsfähigkelt beim Nah- und Fernsehen ein vollkommen gesundes, normales nennen? Man kann wol schwerlich etwas Anderes antworten, als: dasjenige Auge, welches diese Function am vollkommensten ausübt. Ebenso wird derjenige Körper-, Gesichts-, Schädelbau der normale genannt werden müssen, der in seinen Verhältnissen zugleich auch am schönsten entwickelt ist. Dasjenige Ohr, welches die verschiedenen Töne nach der

1) Dieser Versuch ist von den verschiedensten Beobachtern angestellt worden, z. B. von *Haller* (No. 13. S. 507), von *Porterfield* (No. 26. S. 408), von *Volkmann* (No. 128. S. 111.)

2) Das deutlich erscheinende und das undeutliche Object werden also nicht neben einander gesehen, wie *Treviranus* (No. 132. S. 501) meint, noch auch nach einander, sondern gleichzeitig, sodass das deutliche mitten ir dem schattigen sich befindet.

3) Diese Art des Sehens habe ich (No. 133. S. 60) bereits früher näher berücksichtigt. Man muss den Gegenstand, auf welchen man die Augenaxe richtet, und für welchen das Auge eingerichtet wird, scharf und fest ansehen, und nun den anderen Gegenstand, für welchen das Auge nicht eingerichtet ist, oder der nicht in der Augenaxe sich befindet, hin und her bewegen, da wird man sich allmälig daran gewöhnen, denselben auch dann zu beachten, wenn er stille steht, und die Veränderungen an ihm wahrzunehmen.

Höhe und Tiefe genau zu unterscheiden vermag, ist offenbar das normale im Vergleich mit demjenigen, welches dieses nicht im Stande ist. Durch eine fortgesetzte Beobachtung der verschiedensten Nationen, Stände und Gewerbe bin ich zu dem Resultate gekommen, dass die inneren Veränderungen des Auges beim Nah- und Fernsehen am vollkommensten ausgeübt werden, und dass ein vollkommen genaues Sehen der Objecte in den verschiedensten Entfernungen statt hat beim Landmann, Tagelöhner, Zimmermann, Maurer, Krämer, Apotheker, bei Dienstboten, bei Jägern, bei Nichtsthuern, bei den wilden Völkerschaften, bei Allen vorzüglich in der Jugend und in den Jahren der Kraft. Unvollkommen dagegen ist diese Fähigkeit bei zunehmendem Alter, ferner beim Militair, bei Schiffern, bei Fuhrleuten; aber ebenso unvollkommen beim Uhrmacher, Goldschmied, Kupferstecher, Schuhmacher, Schneider und bei der ganzen lesenden und schreibenden Classe. Somit ist also auch das Auge des beobachtenden Physiologen selbst in Bezug auf Nah- und Fernsehen in den meisten Fällen kein vollkommen normales, sondern gleich dem Auge der meisten Gelehrten neigt es sich zur Kurzsichtigkeit [1]). Kein Wunder daher, wenn die mit einem solchen Auge angestellten Versuche und Beobachtungen in einiger Hinsicht mangelhaft ausfallen. Fehlerhaft ist es aber, wenn man ein solches Auge ebenso gut ein normales nennen will, als dasjenige, welches oben als ein solches bezeichnet wurde. Denn die Fähigkeit, nah und fern zu sehen, ist ja nur bei einem kleinen Theile des Menschengeschlechts mangelhaft, der bei weitem grössere Theil sieht in jeder Entfernung genau und deutlich.

Vers. 5. Man fordere Jemanden, der sich einer Brille oder Lorgnette zum Fernsehen bedienen muss, auf, ein kleines Object, etwa ein Augenbraunhaar, ein Komma, einen Insectenfuss zu betrachten, und entferne sodann dasselbe allmälig, so wird dieser Gegenstand in einer ganz bestimmten Entfernung undeutlich gesehen werden, und diese lässt sich, aller Anstrengung ungeachtet (nur nicht durchs Zusammenkneifen der Augenlider) nicht weiter ausdehnen. Gegenstände, welche über diesen Punct, den wir den „Fernpunct“ nennen wollen, hinaus liegen, werden nur durch ein Concavglas deutlich gesehen, und zwar um so entferntere, je schärfer das Glas ist. Nähert man demselben Auge einen kleinen Gegenstand, wie im dritten Versuche, so zeigt sich hier wie beim normalen Auge, ein Grenzpunct des deutlichen Sehens, der aber dem Auge näher liegt, als bei jenem. Der Kurzsichtige sieht somit zwischen dem Grenzpuncte und dem Fernpuncte so deutlich, wie ein Normalauge, indessen nicht über den Fernpunct hinaus [2]). Je nach der Entfernung des Fernpunctes vom

---

1) S. Anm. zu Vers. 5. — *Ware* (No. 69) sah unter 127 Studirenden in Oxford 37 Brillen tragen (und Brillen tragen nur die mit bedeutender Kurzsichtigkeit); dagegen erkundigte er sich unter 10,000 Soldaten vergeblich nach einem Kurzsichtigen.

2) Als Beispiele von Kurzsichtigkeit der Beobachter selbst führe ich nur folgende an: *Jurin* (No. 33. S. 132) setzt den nächsten Punct des deutlichen Sehens, d. h. den Grenzpunct, auf 5″ 6‴, den entfernten oder den Fernpunct auf 14′ 5″, sagt aber, dass dieser bei ihm 26″ betrage. *Haller* (No. 13. S. 487) sagt: nie sei ein Bild auf der Netzhaut ganz ohne alle Undeutlichkeit. *Olbers* (No. 21. S. 8) konnte von 3″ bis 27″ deutlich sehen. *Adelon* (No. 12. S. 449) sagt gar: *tous les hommes sont myopes pour les objects très-éloignées*, verwechselt aber hierbei offenbar die Kurzsichtigkeit mit dem Verschwinden kleiner Objecte in bestimmten Entfernungen. *Mile* (No. 93. S. 191) nimmt das „*point de vue*“ oder den Anfang des deutlichen Sehens von 6—15 Zoll an. *Volkmann* (S. 162) sieht von $3\frac{1}{2}$—15″ deutlich. *Hall* (No. 41) sah mit dem rechten $4\frac{1}{2}$—17″, mit dem linken $3\frac{1}{2}$—14″. *Purkinje* (No. 38. S. 116) sieht über 11″ Enfernung eine Linie wie getheilt. Ebenso kann bei *Rudolphi* wie bei *Treviranus* eine subjective Kurzsichtigkeit nachgewiesen werden.

Auge und vom Grenzpuncte ist nun aber der Grad der Kurzsichtigkeit äusserst verschieden. Gewöhnlich nennt man erst Den kurzichtig, dessen Fernpunct näher als 15″ vom Auge sich befindet [1]), es ist aber ohne Zweifel Derjenige, bei dem jener Punct 2—3 Fuss entfernt ist, auch kurzsichtig zu nennen [2]), denn ein schwaches Concavglas wird ihm ebenso gut entfernte Gegenstände deutlicher zeigen, als einem Kurzsichtigeren. So wie nun ein solches Auge zwischen 4 und 24 oder zwischen 3 und 15 Zoll deutlich sieht, so hat aber auch selbst ein ganz kurzsichtiges Auge noch einen Sehraum, z. B. zwischen 8 und 28 Linien [3]). Um den Grenzpunct und Fernpunct eines kurzsichtigen Auges genau zu bestimmen, scheint mir die Betrachtung sehr kleiner Objecte durchaus das beste Mittel. Das Sehen durch 2 oder mehrere kleine Oeffnungen kommt bei Versuch 16 zur Sprache; es ergibt sich aber aus diesem Versuche, so wie aus der Art, wie einem kurzsichtigen Auge entfernte Objecte erscheinen, dass es sich genau so verhält, wie ein normales Auge beim Nahsehen.

Vers. 6. Man erforsche den Fernpunct eines kurzsichtigen Auges. Angenommen nun, dieser betrage 12″, so befestige der Beobachter, wenn er anders nicht noch kurzsichtiger ist, eine Nadel 12″ von seinem rechten Auge, schliesse das linke, und, indem er seinen Blick auf die Nadel richtet und diese stets in gleicher Entfernung vom Auge mit sich herumführt, beobachte er nun, wie ihm die entfernten Objecte erscheinen. Dann wird das, was er sieht, mit der Beschreibung, die der Kurzsichtige von den Objecten entwirft, genau übereinstimmen. Alle Gegenstände erscheinen nämlich von schattigen Rändern umgeben; kleine glänzende Objecte sehen aus wie grössere, rundliche, leuchtende Flecke, so z. B. die Sterne, ein entferntes Licht; schwarze Gegenstände erscheinen kleiner, weisse dagegen grösser mit grauen schattigen Rändern; ein schmaler Gegenstand erscheint doppelt, drei- und vierfach [4]), einzelne kleine Objecte verschwinden ganz, mehrere neben einander, z. B. die Blätter eines Baumes, die Buchstaben einer Schrift, fliessen in einander, und die ganze Oberfläche sieht gleichförmig aus. Der Mond erscheint um vieles grösser mit einem breiten schimmernden Rande. In der Dämmerung nehmen alle diese Erscheinungen zu (*Treviranus*, No. 130. S. 75), dagegen bei heller Beleuchtung ab, was sich aus Vers. 26 erklärt. Durch ein passendes Concavglas wird die Deutlichkeit entfernter Objecte sogleich wieder hergestellt, sowol für das kurzsichtige Auge als für den Beobachter, der sein Auge zum Nahsehen zwingt [5]).

---

1) So z. B. sagt *Weller* (No. 70. S. 236): „Ein Auge, welches kleine Gegenstände viel über 15—20 Zoll nähern muss, ist ein kurzsichtiges.“

2) Mein linkes Auge sieht von 4¼ Zoll bis 44 Zoll, mein rechtes von 4—30 Zoll deutlich. Aus den Beobachtungen des Optikus *Tauber* in Leipzig, welche *Holke* (No. 135) mittheilt, ersieht man die bedeutenden Verschiedenheiten des Sehraumes bei den verschiedenen Kurzsichtigen (S. 19). *Holke* beobachtete Personen, die von 8—50″, Andere, die von 1½—7½″ deutlich sahen; bei Manchen fand er 2½—12¼, bei Anderen 3—63½″ als Sehraum. *Holke* liess aber zur Prüfung des Anpassungsvermögens nur eine Schrift lesen, was bei einer leichten Trübung (also sowohl diesseits des Grenzpunctes als jenseits des Fernpunctes) noch möglich ist; daher muss der von *Holke* angegebene Grenzpunct bei Allen als um ½—1½″ zu nah angenommen werden, der Fernpunct als zu weit.

3) Ein solches sogenanntes mikroskopisches Auge habe ich selbst zu beobachten Gelegenheit gehabt.

4) *Purkinje*, *Volkmann* (S. 150) beobachteten dasselbe.

5) Den sichersten Beweis, dass ein Auge an einer im gewöhnlichen Leben nicht bemerkten Kurzsichtigkeit leidet, liefert immer das Sehen durch verschiedene sehr schwache Concavgläser. Durch solche wird es entfernte

Da nun die Kurzsichtigkeit eine mit dem Nahsehen gleiche oder doch sehr nahe verwandte Veränderung in der Lage der brechenden Medien des Auges sein muss, so ist es leicht begreiflich, wie sie sich auch durch das anhaltende Nahsehen erst entwickelt, daher z. B. bei Knaben im Ganzen selten und geringer ist (*Holke*, S. 20).

Eine zweite individuelle Verschiedenheit ist die Weitsichtigkeit. Ueber die Art, wie der Presbyops sieht, herrscht kein Zweifel; ferne Gegenstände erscheinen ihm deutlich, d. h. also, es hat das weitsichtige Auge gleich dem normalen, keinen Fernpunct. Nähert man aber demselben ein kleines Object, so wird dieses schon ungleich früher, auf 30, 15, 10 Zoll Entfernung vom Auge undeutlich; oder, der Grenzpunkt des deutlichen Sehens ist weiter vom Auge entfernt, als beim Normalauge, die Anpassungsfähigkeit hat einen geringern Spielraum [1]), ist geschwächt, gelähmt. Daher es denn auch beobachtet wird, dass ein Auge kurzsichtig, das andere fernsichtig ist [2]). Dieser Zustand kann künstlich hervorgerufen werden durch *extractum Belladonnae* oder *Hyoscyami* (s. Vers. 36). Um sich eine Vorstellung davon zu machen, wie ein Weitsichtiger nahe Gegenstände sieht, stelle man folgenden Versuch an:

Vers. 7. Man fixire aufmerksam einen entfernten Gegenstand, und schiebe nun, ohne das Auge aus seiner Lage noch auch aus seinem Anpassungszustande zu bringen, eine Druckschrift, eine Nadel u. dergl. in die Augenaxe. Es ist, als ob ein Flor den Gegenstand bedecke; man sieht Alles mit schattigen Rändern, kleine Objecte verschwinden ganz; stehen mehrere zusammen, so fliessen sie in einander. Man bemerkt aber nicht jenes Doppelt- und Dreifacherscheinen wie mit dem kurzsichtigen Auge bei Betrachten entfernter Objecte. Kann man das Auge in diesem Zustande erhalten, so wird ein Convexglas ganz dieselben Dienste leisten, wie beim Presbyops selbst, d. h. den undeutlichen nahen Gegenstand deutlich erscheinen lassen. Es vermag aber mit dem Convexglase das Auge nicht mehr einen entfernten Gegenstand deutlich zu erkennen, sondern sieht nur bis zu einer gewissen Entfernung deutlich, hat einen Fernpunct erhalten; es verhält sich also nun wie ein kurzsichtiges Auge.

Eine dritte Abweichung vom normalen Zustande ist diejenige, wo sich gleichzeitig der Grenzpunct vom Auge entfernt hat, und ein Fernpunct (d. h. eine Grenze, über welche hinaus man nicht deutlich mehr sehen kann) vorhanden ist. Dieses wäre ein gemischter Zustand, Presbyopie und Myopie verbunden. Ein solches bedarf zum Nahsehen eines convexen und zum Fernsehen eines concaven Glases. Ich habe diesen Zustand bei einem Arzte beobachtet, dessen Sehraum von 15—28 Zoll

---

Gegenstände deutlicher, feine Striche z. B. weiter sehen, als ohne Glas. Das Normalauge aber, wenn es durch ein sehr schwaches Concaglas sieht, empfindet entweder gar keinen Unterschied, oder eine leichte Undeutlichkeit, oder Verkleinerung und zugleich einen Schmerz.

1) *Holke* (No. 135. S. 18) gibt verschiedene Beispiele von Presbyopie an, wo der Grenzpunct 20, 32, 48, 60, 64 Zoll vom Auge entfernt war.

2) *Holke* ist hierbei vorzüglich bemüht, die Verschiedenheiten beider Augen hervorzuheben. Er zeichnet daher (S. 18) die Fälle besonders auf, wo ein Auge kurzsichtig war, z. B. nur auf 10″ deutlich sah, das andere weitsichtige dagegen erst bei 60—70 Zoll Entfernung. Unter 1450 Personen sahen 1000 mit beiden Augen ziemlich gleich. Unter 415 Kurzsichtigen hatten 248 dieses Uebel in bedeutenderem Grade auf dem linken, 167 auf dem rechten Auge. Unter 254 Fernsichtigen litten 137 mehr auf dem rechten, 117 mehr auf dem linken Auge.

reichte. *Holke* beobachtete ein Auge (S. 19), bei welchem der Sehraum von $5\,^{1}/_{4}$—$7\,^{3}/_{4}$ sich ausdehnte.

Die vierte Abart des Sehens besteht in einem Zusammentreffen des Grenz- und Fernpunctes, so dass also ein solches Auge nur in einer bestimmten Entfernung deutlich, näher oder weiter dagegen undeutlich sieht. Diese Entfernung könnte dann Sehpunct, Horopter, genannt werden, der somit also eine abnorme Erscheinung wäre. *Ware* (No. 69) erzählt einen solchen Fall, in welchem die Person nur auf 18″ Entfernung deutlich, näher oder weiter dagegen nur undeutlich sah. Einen Andern erzählt derselbe Beobachter (S. 253) von zwei Jünglingen, die nach dem Nervenfieber plötzlich kurzsichtig wurden; auch diese hatten einen bestimmten Sehpunct fürs deutliche Sehen. *Wells* (No. 42. S. 137) lähmte die Fähigkeit des Auges, sich zu verändern, bei einem Kurzsichtigen, und brachte dadurch diesen Zustand künstlich hervor, indem das Auge jetzt nur in der Gegend seines Fernpunctes deutlich sah; dasselbe that *Purkinje* (No. 84) [1]).

Zur Versinnlichung der verschiedenen individuellen Zustände des Auges in Bezug auf die Fähigkeit, nah- und fern zu sehen, diene Fig. 1. Taf. I. Die Entfernung von *m* bis *n* betrage 48 Zoll. Hier stellt N ein Normalauge vor, dessen Sehraum sich von dem Grenzpuncte G, der 4 Zoll vom Auge entfernt ist, bis zu einer beliebigen Entfernung erstreckt, daher F, der Fernpunct, als Punct, als Grenze nicht besteht. K^1 ist ein etwas kurzsichtiges Auge, dessen Sehraum von 3—30 Zoll reicht. K^2 ein sehr kurzsichtiges, das nur von 2—7 Zoll deutlich sieht. F^1 ein etwas weitsichtiges, dessen Grenzpunct bis auf 20 Zoll vom Auge absteht, während der Fernpuuct sich wie beim Normalauge verhält. Bei F^2 ist die Presbyopie bedeutender, da G 48″ absteht. F^3 ist ein Auge, dem das Anpassungsvermögen ganz fehlt, das nur ganz ferne Objecte deutlich sehen kann. G zeigt den gemischten Zustand einer gleichzeitigen Kurzsichtigkeit und Fernsichtigkeit, und eines deshalb beschränkten Sehraumes von 15—24″. In dem Auge H endlich haben wir die Erscheinung eines Horopters.

Drittes Capitel.

Scharfes und deutliches Sehen.

Ein normales Auge sieht also bis zum Grenzpuncte des deutlichen Sehens in jeder Entfernung die Gegenstände deutlich und genau begrenzt; ein kurzsichtiges nur zwischen Grenz- und Fernpunct. Es

---

1) Auch *Holke* (No. 135. S. 6) erwähnt solcher Zustände, und vergleicht ein unveränderliches Auge dieser Art mit einer *camera obscura*. Als Analogon könnte das Sehen eines am grauen Staar operirten Auges mit einer Staarbrille gelten, wovon *Home* (No. 34. S. 31) ein Beispiel liefert. Der Operirte sah mit einem Glase von $2^{1}/_{4}$ Zoll Brennweite die Gegenstände in $4^{1}/_{2}$ Zoll Entfernung am deutlichsten. Mit einem Glase von 15″ Brennweite sah er auf $8^{1}/_{2}$″

kann aber dieses durch ein passendes Concavglas seinen Fernpunct weiter hinausrücken, es kann sich parallele Strahlen einrichten, und also bewaffnet in folgenden das Scharfsehen betreffenden Versuchen mit dem normalen wetteifern.

Vers. 8. Man betrachte ein kleines Object, etwa einen feinen Strich, die abgeschnittene Spitze eines Augenbraunhaares, ein mit der allzu spitzen Feder gespritztes Pünctchen, ein Insectenhaar u. dergl., und, nachdem man dieses Object genau ins Auge gefasst, entferne man sich allmälig von demselben, so wird es in einer gewissen Entfernung verschwinden. Diese Entfernung ist in diesem besonderen Falle die Grenze des Sehens für das Auge und die Grenze der Sichtbarkeit für den Gegenstand.

Vers. 9. Beobachten nun zwei Personen, die entweder ein normales Auge haben, oder passende Brillen tragen, dasselbe kleine Object, so findet sich häufig eine Verschiedenheit darin, das die Entfernung, in welcher das Object verschwindet, bei der einen Person geringer, bei der andern grösser ist, so dass also erstere unter einem grösseren, letztere unter einem kleineren Gesichtswinkel den Gegenstand noch eben sehen kann. Das erstere Auge, das einer grösseren Nähe, eines grösseren Gesichtswinkels zum Erkennen bedarf, ist das weniger scharfe, das letztere dagegen, welches weiter sich entfernen, unter einem kleineren Gesichtswinkel sehen kann, ist das schärfere Auge. Beide sehen ein Insect in gleicher Entfernung gleich deutlich, aber das schärfere wird feinere Härchen, Fühlfäden, Krallen noch erkennen. Ebenso sehen beide einen Baum gleich deutlich, aber das schärfere wird kleinere Blättchen, feinere Aeste noch wahrnehmen, welche das andere nicht sieht. Die Weitsichtigkeit des Letztern hängt also, da die Augen beider Beobachter gleich deutlich sehen, nicht von einer vollkommneren Anpassungsfähigkeit, sondern nur davon ab, dass es ferne wie nahe Gegenstände unter einem kleineren Winkel noch wahrnimmt.

Offenbar wäre hiernach Schärfe des Gesichts etwas Anderes als deutliches Sehen. Schärfe der Sinnesempfindung überhaupt heisst doch nur Wahrnehmen der kleinsten Unterschiede, denn jede Empfindung beruht nur auf Perception der Unterschiede. Wenden wir dieses aufs Sehen an, so beruht dasselbe auf Wahrnehmung der Unterschiede in der Lichtintensität zweier sich berührender Objecte und auf Unterscheidung der Grenzen. Je feinere Unterschiede, je schärfere Grenzen ein Auge noch wahrnimmt, desto grösser ist die Genauigkeit des Sehens, desto schärfer sieht es. Verschiedenartige Umstände tragen zur Vermehrung oder Verminderung der Genauigkeit bei, mit der die Umrisse, die Unterschiede wahrgenommen werden. Diese Umstände sind: das Bild auf der Netzhaut, die Beleuchtung, die Klarheit des Mediums, die Reizempfindlichkeit des Auges. Sollen die Ausdrücke: Schärfe des Gesichts, Deutlichkeit, Klarheit, Genauigkeit des Sehens für gleichbedeutend und allgemein genommen werden, so würde bei Betrachtung der einzelnen Umstände leicht eine Verwechslung der verschiedenen Ursachen des mehr oder weniger genauen Sehens Statt finden können, und die Erklärung verwirren. Es ist daher offenbar passender, hier die verschiedenen Begriffe aus einander zu halten, und den Ausdruck Deutlichkeit des Sehens nur für diejenige Fähigkeit des Auges zu gebrauchen, vermöge welcher es ein deutliches, scharf begrenztes Bild der Objecte auf der Netzhaut abzubilden vermag, dagegen den Ausdruck Schärfe nur für die grössere oder geringere Reizempfänglichkeit der Netzhaut beim Auffassen jenes Bildes. Klarheit des Auges würde sich endlich nur auf den Grad der Durchsichtigkeit der Medien beziehen. Das Gegentheil des deutli-

chen Sehens ist das undeutliche Sehen, wie es diesseit des Grenzpunctes, sowie, wenn er vorhanden ist, jenseit des Fernpunctes Statt findet; es wird hierbei ein undeutliches Bild auf der Netzhaut entworfen. Dagegen steht dem Ausdrucke Schärfe des Auges, scharfes Gesicht, das stumpfe Gesicht gegenüber. Die Netzhaut ist hierbei, ungeachtet des deutlich entworfenen Bildes, nicht im Stande, so feine Unterschiede wahrzunehmen, unter einem so kleinen Gesichtswinkel zu sehen, wie das Normalauge [1]). Dem klaren, hellen Auge ist aber das trübe entgegengesetzt, wie z. B. bei beginnendem grauen Staare, bei Verdunkelung der Hornhaut u. dergl. m. — Findet sich Klarheit, Deutlichkeit und Schärfe vereinigt, so sieht das Auge durchaus Alles genau bis zu einer vom Grade der Beleuchtung abhängigen geringsten Grösse, oder, was dasselbe ist, bis zu einem kleinsten Sehwinkel. Ist nun eine dieser Bedingungen des genauen Sehens vom normalen Verhalten abweichend, ist entweder das Auge trübe, oder das Bild undeutlich, oder die Netzhaut minder reizbar (stumpfsichtig), so sieht das Auge auch weniger genau, obwol die anderen Bedingungen des genauen Sehens bestehen. So z. B. sieht ein mit einer *nubecula corneae* behaftetes Auge weniger genau, auch wenn es sich vollkommen für die Nähe und Ferne anzupassen im Stande ist und zugleich eine gesunde reizbare Netzhaut besitzt. Gelingt es, die Trübung ganz zu entfernen, so tritt sogleich die frühere Genauigkeit wieder ein. Ebenso sieht nun ein vollkommen klares Auge, das sich zum Nah- und Fernsehen anzupassen fähig ist, dennoch weniger genau, als ein normales Auge, sobald der Netzhaut die gewöhnliche Reizbarkeit abgeht, wie dieses das Beispiel *K* der ersten Tabelle zeigt. Es sieht ein solches Auge alle Objecte durchaus deutlich und ohne schattige Umrisse nah wie fern, aber es verschwinden ihm kleine Gegenstände schon in geringerer Entfernung als dem normalen Auge, und weder ein concaves Glas vermag entfernte Objecte ihm deutlicher zu zeigen, noch auch ein convexes Glas nahe Objecte. Weiter kann bei einem Auge, auch wenn es nicht für alle Entfernungen sich anzupassen vermag, also undeutlich sieht, dennoch wie die Klarheit, so auch die Schärfe bestehen; dieses zeigen die Beobachtungen *A* und *H*. Endlich kann das Auge in mehreren Beziehungen zu gleicher Zeit vom Normalen abweichen, z. B. trübe und undeutlich sehen, oder stumpfsichtig und getrübt sein, oder auch bei geringerer Schärfe zugleich undeutlich sehen, wie es z. B. bei den meisten älteren Personen beobachtet wird, welche zugleich fernsichtig und stumpfsichtig sind.

Um das Gesagte zu beweisen, sind in den folgenden drei Tabellen über 200 Versuche, an neun Personen angestellt, aufgezeichnet worden, welche ich aus mehreren anderen, überhaupt an 17 Indi-

---

1) *Volkmann* stellt (No. 128. S. 119) die Sache sich so vor, dass die kleinsten Gesichtsobjecte ein undeutliches Bild auf der Netzhaut entwerfen, also die Bilder sich decken, und gibt als Grund an, dass bei einer gewissen Kleinheit der Objecte das Auge sie nicht mehr von einander zu unterscheiden im Stande sei. S. 120 sagt derselbe Autor, dass diejenige Art des Deutlichsehens, welche ihren Grund in dem Vermögen der Nervenhaut hat, die möglich kleinsten Theile eines Objects zu unterscheiden, mit der Nähe des Objects wächst. *Treviranus* sagt hierüber (No. 129. S. 34): Deutlickeit beruht auf der Bestimmtheit der Umrisse, Schärfe auf der Unterscheidbarkeit der kleinen und kleinsten Theile des sichtbaren Gegenstandes. *Baumgärtner* (*Müller's* Archiv. 1834. II. S. 146) schreibt ebenfalls die Undeutlichkeit derjenigen Objecte, welche unter einem Sehwinkel von 13″ gesehen werden, mehr der Undeutlichkeit des Sehens, als des Bildes zu, mehr einer physiologischen als physikalischen Abweichung, indem der Eindruck sich nicht auf die getroffene Stelle beschränkt, sondern sich rings um dieselbe auf eine gewisse Entfernung erstreckt.

viduen angestellten, heraushebe, indem die übrigen Versuche mehr vereinzelt sind. Leicht wird eine genaue Prüfung dieser Tabellen hier und da Mangel an Uebereinstimmung in den Beobachtungen nachweisen. Ein Mangel, der mich unter anderen Umständen wohl hätte bestimmen können, diese Beobachtungen für jetzt noch zurückzuhalten. Da sie indessen, insofern sie eine Vergleichung der Gesichtsschärfe in verschiedenen Entfernungen bezwecken, die ersten dieser Art sind, so wird man die Errata leicht verzeihlich finden. Durch öftere Wiederholungen lassen sich dieselben berichtigen, und die dabei obwaltenden Gesetze genauer bestimmen. Nichtsdestoweniger halte ich es für meine Pflicht, mich ausführlicher über den Grund der Mängel zu erklären: Zuerst und vorzugsweise liegt die Ursache der Fehler in der Natur der Objecte. Die schwarzen Puncte oder Striche auf weissem Felde stellte ich dadurch her, dass ich aus einem nicht glänzenden, aber intensiv schwarz gefärbten Papiere schwarze Runde oder Vierecke ausschnitt (denn bei gleichem Durchmesser verschwinden runde Objecte ebenso leicht aus dem Gesichtsfelde als viereckige). Diese klebte ich auf ein recht weisses, glatt aufgespanntes, doch ebenfalls nicht glänzendes Papier. Auf gleiche Weise wurden Runde, Vierecke und Streifen weissen dicken Papiers auf schwarzes Papier geklebt. Die Fehler, welche hierbei durch die Ränder entstehen, sind bei grösseren Objecten noch wenig merkbar, dagegen bei kleineren, z. B. Härchen, sehr störend, weil dabei immer ein Schatten entsteht. Ich stellte daher diese kleineren Objecte dadurch dar, dass ich Tuschklekse auf ein weisses Pergament spritzte, und die passenden unter den so zufällig entstandenen aussuchte. Doch auch hier stört der ungleiche Rand, die ungleiche Schwärze und die nicht völlig runde Form. Herr Staatsrath Parrot hatte die Güte, sich der undankbaren Mühe zu unterziehen, diese Klekse in einem *Schinck*'schen Mikroskope zu messen, wodurch eine genauere Berechnung des Sehwinkels möglich wurde. — Nun bietet aber die Beleuchtung eine zweite Schwierigkeit dar. Ich wählte, um das Blenden zu vermeiden, die Mittagsstunden an leicht bewölkten Tagen, und hatte die Sonne seitwärts. Indessen dauert es lange, ehe die Fläche mit den Objecten die für den Beobachter günstigste Stellung erlangt. Ein dritte Schwierigkeit ist bei vielen Personen der Grad der Reizbarkeit des Auges. Denn wird die Beobachtung nach einer längeren Ruhe des Sehorgans angestellt, so ermüdet dieses leicht, und sieht sodann weniger scharf. — Kurz es wirken so viele Nebenumstände ein, dass fürs Erste nur die allgemeinsten Resulsate wirkliche Gültigkeit haben können. Um aber einigermaassen die Verschiedenheiten im Sehen, welche sich aus den vorliegenden Tabellen ergeben, beurtheilen zu können, ist es nöthig, die individuelle Beschaffenheit der Augen, welche die Versuche anstellten, kennen zu lernen.

1) *K.* 30 Jahre alt, Haar straff, braun, Auge blau, wenig reizbar, Grenzpunct 5½ Zoll. Sieht ohne Beschwerde und deutlich nah wie fern, beschäftigt sicht mit Lecture und Unterricht.

2) *B.* 28 Jahre alt, blond, Auge hellblau. Für das linke ist der Grenzpunct 2″ 5‴, der Fernpunct 9″ 10‴; für das rechte ist der Grenzpunct 3″, der Fernpunct 18″ 6‴. Beschäftigt sich mit Lecture und mit feinen Handarbeiten, geht meist ohne Brille.

3) *H.* 34 J. alt, brunett, Auge hellbraun. Für das linke Auge ist der Grenzpunct 4″ 3‴, der Fernpunct 44″ vom Auge entfernt; für das rechte ist der Grenzpunct 4″, der Fernpunct 30″, beschäftigt sich mit Lecture und feineren Handarbeiten, und geht meist ohne Brille.

4) *A.* 26 J. alt, brunett, Auge dunkelblau. Grenzpunct beider Augen 2″ 9‴, Fernpunct 17″ 6‴. Beschäftigt sich ebenfalls mit Lecture und feineren Handarbeiten, und trägt stets eine Brille.

5) *P.* 68 J. alt, brunett, Auge blau. Grenzpunct beider Augen 6″, Fernpunct 16″. Beschäftigt sich mit Musik, Malerei und Lecture, trägt stets eine Brille.

Bei den mit 2—5 angestellten Versuchen wurde zur Betrachtung von Objecten, welche über den Fernpunct hinaus lagen, stets eine passende Brille, bei *B* und *H* mit für jedes Auge besonders ausgewählten Gläsern angewandt, dagegen wurden die zwischen Fern- und Grenzpunct liegenden Gegenstände ohne Brille beobachtet.

6) *L.* 22 J. alt, sehr brunett, Auge braun, tiefliegend. Grenzpunct 4 Zoll, sieht wie die Folgenden in jeder Entfernung gleich deutlich. Beschäftigt sich mit Lecture und mit der Betrachtung kleiner Gegenstände.

7) *R.* 16 J. alt, blond, Auge gross, hellblau, offen. Grenzpunct 4″. Beschäftigt sich nur mit Lecture.

8) *S.* 22 J. alt, Haar kraus und fast schwarz, Auge hellblau, klein. Grenzpunct 4″ 11‴. Beschäftigt sich mit Lecture — ist Jagdliebhaber.

9) *M.* 23 J. alt, hellbraunes krauses Haar, blaues, reizbares Auge. Grenzpunct 4″ 9‴. Ebenfalls Liebhaber der Jagd. Da derselbe unter allen das schärfste Auge hat, so hatte er die Gefälligkeit auf meine Bitte die in der zweiten Tabelle aufgeführten Beobachtungen in grösseren Entfernungen anzustellen,

Nachdem das oben beschriebene Object unter einer passenden Beleuchtung aufgestellt worden, trat der Beobachter so nahe hinzu, dass er dasselbe ganz deutlich zu sehen vermochte. Hierauf entfernte er sich allmälig von demselben bis zu der Stelle, wo es aus seinem Gesichte verschwand; rückte nun wieder etwas vor, bis er es erkennen konnte — und diese Entfernung wurde nun aufgezeichnet.

I.

Tabelle über die Grenzen der Sichtbarkeit kleiner Objecte von 0,1‴ *bis* 1‴ *Durchmesser* [1]).

Object.	Grösse.	*K.* Entf.	*K.* Sehw.	*B.* Entf.	*B.* Sehw.	*H.* Entf.	*H.* Sehw.	*L.* u. *A.* Entf.	*L.* u. *A.* Sehw.	*R.* Entf.	*R.* Sehw.	*S.* Entf.	*S.* Sehw.	*M.* Entf.	*M.* Sehw.
Schwarze Striche auf weissem Felde.															
1	0,1	10′	14″	20′	7″	36′	4″	44	3,2	41	3,5	42	3,4	49	2,9
2	0,2	11	26	30	9,6″	46	6,2	42	6,8	47	6,1	52	5,5	67	4,2
3	0,3	14	30	32	13,7	60	7,4	85	5	86	4,9	70	6	94	4,5
4	0,5	15	51	42	17	70	10	87	8,1	94	7,7	88	8,1	98	7,3
5	1,1	22	1′ 30″	85	18,5	128	12,3	120	13	149	10,5	119	13,2	150	10,5
Schwarze Puncte auf weissem Felde.															
6	0,15	3′ 6″	1′ 1″	5	43	9	24	16	12,6	9′ 10″	22	17	12,6	17	12,6
7	0,3	10′	42″	11	39	21	20,2	23	18,6	23′	18,6	30	14,3	26	16,5
8	0,5	12	1′ 11″	18	40	32	26	35	24	43	20	48	18	41	17,2
Weisse Striche auf schwarzem Felde.															
9	0,17	20′	12″	52′	4,7″	85	2,8	144	1,6	126	1,9	144	1,6	149	1,2
10	0,3	31	15	56	7,5	112	3,8	149	3	154	2,8	159	2,7	158	2,7
11	0,51	55	13″ 2″	60	12	134	5,3	177	4	176	4	185	3,9	180	4,1
12	1,1	64	24			256	6								
Weisse Puncte auf schwarzem Felde.															
13	0,18	11′	24	15	12	25	13	35	7,3	26	9,2	45	5,7	45	5,7
14	0,53	22	39	28	27	42	18			62	12,2	66	11,5	72	10,5
15	1	26	55	40	21,5	65	13,2								
Weisse Striche auf grauem Felde.															
16	0,16	18′	20″	34	6,7	66	3,5	90	2,5	87	2,6	90	2,5	85	2,6
17	0,35	25	20	40	12,4	84	5,9	97	5,1	94	5	96	5,1	92	5,1
18	0,5	34	21	55	13	102	7,1	113	6,3	144	4,9	133	5,1	132	5,2
19	1	40	36			160	8,9	157	9	165	8,6	188	7,6	175	8
Weisse Puncte auf grauem Felde.															
20	0,2	7′	37″	9	32	19	15,2	20	14,3	21	13,6	23	12,4	36	7,7
21	0,5	11	1′ 5″	16	45	28	25,5	38	18,8	37	19,3	57	12,5	57	12,5
22	0,9	25	51	28	45	45	28,6	67	19,2	59	21,8	74	18	77	16,7

1) Die Grösse der Objecte ist nach pariser Linien und deren Zehntheilen angegeben, die Entfernung der Objecte vom Auge nach pariser Fuss (und Zollen), der Sehwinkel nach Secunden und deren Zehntheilen; nur in der 5ten, 8ten und 21sten Beobachtung *K* beträgt er mehr als eine Minute.

II.

Tabelle über die Grenzen der Sichtbarkeit etwas grösserer Objecte von 1,5‴ *bis* 1″ *im Durchmesser* [1].

Object.	Grösse.	Entfernung.	Sehwinkel.	Object.	Grösse.	Entfernung.	Sehwinkel.
Schwarze Striche auf weissem Felde.				Weisse Striche auf schwarzem Felde.			
1	1,5	299	7	8	1,5	467	4,6
2	3	315	11	9	3	618	5,7
3	6	747	11	10	5,5	1691	4,6
Schwarze Puncte auf weissem Felde.				Weisse Puncte auf schwarzem Felde.			
4	1,6	150	15	11	1,6	192	12
5	3	184	28	12	3	273	16
6	6	299	29	13	6	467	18
7	1″	436	39	14	1″	720	22

III.

Tabelle über die Grenzen der Sichtbarkeit kleiner schwarzer Puncte von 0,0072 *bis* 0,085‴ *im Durchmesser.*

Object.	Grösse.	*K.*		*P.*		*A.*		*H.*		*M.*	
		Entf.	Sehw.	Entf.	Sehw.	Entf.	Sehw.	Entf.	Sehw.	Entf.	Sehw.
1	0,0072					7″	17,6	10″	12,3	11″	11
2	0,0081					6	23	10	13,8	11	12,6
3	0,0098					5″ 6‴	30	6″ 6‴	23	9″ 3‴	18
4	0,0099					7″	18,8	8	21,2	11	15,4
5	0,0113					6—6	29	10—9	18	1′ 3″	13
6	0,0132					11—6	20	10—6	21,4	1—6	12,5
7	0,0134					8	28	13	17,7	1—2	16
8	0,0143					11—6	22	12	21,1	1—1	17,5
9	0,0142					11—6	21,2	11—1	22	1—6	13,5
10	0,0145					10—6	23,7	10—6	23,7	1—3	16,6
11	0,016			8″.6‴	32,3	13	25	1′ 7″	17	2—6	10,8
12	0,0183					1′ 6″	17,4	1′ 6″	17,4	1—9	15,3
13	0,0193					1′ 1″	21,8	2′ 5″	11,4	2—6	13,8
14	0,020							1′ 4″	21,4	2—2	13,2
15	0,021							1	30	1—2	25,7
16	0,023							1	32,9	1—7	20,7
17	0,03					1′ 7″	27	1—4	32,2	1—9	24,7
18	0,05	8″	1′ 47″	1′ 5″	50	2—11	24,5	2—4	30,6	3—6	20,4
19	0,05					3—4	24	2—10	25,8	3—6	20,4
20	0,053	1′ 9″	43″			3′	25,2	2—1	33	3—10	19,8
21	0,07	7″ 6‴	2′ 40″			3—11	25,5	3—6	28,6	4—2	24
22	0,08	8″	2′ 51″			3—11	29,3	3—6	32,7	4—1	28
23	0,083	1′ 4″	2′ 21″	2′ 6″	47	4′ 9″	25	3—7	33	5—1	23,4

1) Diese Beobachtungen sind von *M.* angestellt.

Ausser den hier verzeichneten wurden noch eine grosse Menge ähnlicher Beobachtungen angestellt, welche ich indessen als unsicher ganz bei Seite setze. Bei der Beobachtung verschieden gefärbter Objecte auf verschieden gefärbten Feldern zeigt sich das Schwarze auf dem Weissen und umgekehrt doch stets als der grellste, deutlichste und das Auge am wenigsten afficirende Gegensatz. Ebenso ungewiss waren die Resultate, wenn mehrere schwarze Puncte nebeneinander auf weissem Felde und umgekehrt beobachtet wurden, oder wenn ich zwei oder mehrere schwarze Puncte neben einander auf weissem Papier betrachten liess, bis sie nicht mehr von einander unterschieden werden konnten. Denn nach der Entfernung der Striche von einander, sowie nach ihrer eigenen Breite ergab sich ein sehr verschiedener Sehwinkel, den ich doppelt bezeichnete, sowol für den Zwischenraum als für den Strich. So z. B. war

die Breite des weissen Zwischenraums	die Breite des schwarzen Strichs	d. Entf., in welch. sie nicht mehr zu unterscheiden	der Sehwinkel für d. weiss.	für d. schw.
0,08‴	0,27‴	4′ 4″	26″	1′ 29″
0,35	0,35	10′	50″	50″
0,68	0,24	12′ 10″	1′ 15″	21″

Ein Seidenfaden wurde von *S* und *M* unter einem Winkel von 1,2″ gesehen, während ein feiner Strich unter 3,4 erschien. Die Versuche, welche *A* mit den grössern Objecten der ersten Tabelle anstellte, sind nicht angegeben, weil sie so ziemlich mit denen *L's.* übereinstimmten, *K* war nicht im Stande, die kleinsten Objecte der dritten Tabelle überhaupt zu sehen, daher die Beobachtung nur an wenigen der grösseren angestellt wurde.

Obwol ich indessen die Beobachtungen noch für sehr mangelhaft halte, so glaube ich dennoch zu folgenden Schlüssen aus denselben berechtigt zu sein:

1) dass ein Auge, bei welchem die Anpassungsfähigkeit ganz ungestört vor sich geht, sich normal verhält, sowol fern als nah unter einem gleichen oder doch nur wenig abweichenden Gesichtswinkel kleine Objecte verschwinden sieht. *M* sah in Entfernungen von 11‴ bis 150′ schwarze Puncte auf weissem Felde unter einem Gesichtswinkel von 11″ bis 17″. Ich glaube annehmen zu müssen, dass in allen denjenigen Beobachtungen, wo der Gesichtswinkel 17″ übersteigt, irgend ein Mangel, eine Störung Statt gefunden hat, die das Auge in der vollkommnen Aeusserung seiner Sehkraft hinderte;

2) dass einem kurzsichtigen Auge fern wie nah (im ersten Falle natürlich mit einer angemessenen Brille) ebenfalls unter einem ziemlich gleichen Gesichtswinkel kleine Objecte verschwinden; dieses beweisen die von *H* und die von *A* angestellten Beobachtungen, wenn man letztere mit denen *L's* vergleicht;

3) dass eine geringere Schärfe des Gesichts sehr wohl bei einer vollkommnen Anpassungsfähigkeit bestehen kann, beweist *K*, welchem ferne wie nahe Objecte unter einem Sehwinkel von 42″ bis 1′ 11″ bereits verschwinden;

4) dass unter Kurzsichtigen ebenfalls ein Unterschied in der Schärfe des Gesichts bestehen kann, beweisen die nebeneinander gestellten Versuche von *B*, *H* und *A* (mit *L* übereinstimmend) in der ersten Tabelle; so z. B. wurde das 6te Object unter 43″, 24″ und 12″ gesehen. In der dritten Tabelle zeigt *H* dagegen wieder ein schärferes Auge als *A*. Dieses schreibe ich dem Umstande zu, dass *A* stets

H sehr selten sich der Brille bedient, Letzterer daher Objecte in mittleren Entfernungen von 1—3 Fuss genauer fixirt.

5. Ferner ergiebt sich uns den Beobachtungen, dass man einen Strich ungleich weiter sieht, als einen Punct. Das dritte und siebente Object, beide 0,3‴ im Durchmesser, wurden von *M* unter 16,5 und 4,5″ Sehwinkel noch wahrgenommen.

6. Dass man weisse Objecte auf grauen Felde ungleich weiter sieht, als schwarze Objecte auf weissem Felde; am weitesten aber weisse Objecte auf schwarzen Felde. Vergleichen wir das 4te, 18te und 11te Object bei *M.* auf der ersten Tabelle, so haben wir einen Sehwinkel von 7,3″, 5,2″ und 4,1″.

7. Vergleichen wir endlich sämmtliche Beobachtungen der ersten und sweiten Tabelle nach den einzelnen Reihen mit einander, so ergibt sich im Allgemeinen, dass bei grösseren Entfernungen der Sehwinkel mit der Entfernung selbst zunimmt. Da dieses nach der dritten Tabelle bei geringeren Entfernungen nicht Statt findet, so hat diese Zunahme offenbar ihren Grund in der Trübung der Atmosphäre und daher rührenden Trübung des Bildes.

Die absolute Grenze der Sichtbarkeit ist übrigens durch vorliegende Beobachtungen keineswegs angegeben, kann überhaupt nicht absolut angegeben werden, denn es wird z. B. die 10te Beobachtung *M's* auf der ersten Tafel, welche 2,7″ Sehwinkel giebt, sogleich von der Beobachtung eines Spinnfadens übertroffen, den ich selbst unter 0,6″ noch wahrnehme. Einen glänzenden Draht sieht man unter 0,2″, und da man von diesem Drahte doch nur eigentlich eine Stelle der runden Oberfläche sieht, welche spiegelt, so ist der Sehwinkel auch eigentlich noch unendlich viel kleiner. Bedenken wir indess, dass glänzende Objecte, um in grösseren Entfernungen gesehen zu werden, kein Bild mehr zu entwerfen brauchen, sondern nur wegen des intensiven geschlängelten Lichtes gesehen werden, so würde in der Entfernung, in welcher ein weisser Strich auf schwarzem Felde verschwindet, allerdings das kleinste noch deutliche Bild von demselben auf der Netzhaut entworfen werden. In grösserer Entfernung gesehen, wäre das Bild, wie man annehmen müsste, nicht allein undeutlicher, sondern hätte auch eine zu geringe Lichtstärke. Nehmen wir nun die 10te Beobachtung, setzen noch Treviranus (No. 129 S. 23) den Radius des Glaskörpers auf 5,62‴, multipliciren diesen mit der Grösse 0,3, dividiren mit der Entfernung, 22752‴, so erhalten wir 0,000078‴, oder $\frac{1}{13000}$‴ als das Maass für das kleinste noch nachweisbere Bild. Dieses übertrifft die Blutkörperchen noch um des 10fache an Kleinheit (die $\frac{1}{1300}$‴ im Durchmesser haben), die Nervenfasern (die nach Treviranus bei verschiedenen Thieren in der Netzhaut 0,0013—0,0017‴ halten) aber um das 22fache. Bei Beobachtung eines schwarzen Punctes auf weissem Felde wollen wir dagegen annehmen, dass die Stelle der Netzhaut, woselbst er sich abbildet, ihn deshalb noch eben empfindet, weil eine Nervenfaser oder einige Fasern für sich nun eben kein Licht erhalten, nicht gereizt würden, so stimmt diese Annahme mit der Berechnung überein. Nehmen wir nämlich *M's* 7te Beobachtung, so haben wir $\frac{R \times G}{E} = 0{,}00045$ als Grösse des Bildes, das somit im Vergleich mit der kleinsten Nervenfaser noch 3—4mal kleiner ist. So würde also der schwarze Punct nur dann wahrnehmbar, wenn sein Bild nicht allein eine Nervenfaser einnimmt, sondern auch auf den diese Nervenfaser zunächst umgebenden abgebildet wird.

Wie sich's aber auch mit der absoluten Grenze der Sichtbarkeit verhalten mag, jedenfalls ist durch die vorligenden Beobachtungen die Nothwendigkeit eines äusserst deutlichen, bis in die kleinsten Theile

ausgeführten Bildes beim Sehen nachgewiesen worden, welches sich ebenso genau von entfernten als von nahen Objecten abbildet. Wenige Beobachtungen mit einem kurzsichtigen Auge erweisen es sogleich, um wie Vieles grösser der Sehwinkel ist, wenn ihm ein undeutlich gesehener Gegenstand verschwindet, und eine wie grosse Verschiedenheit in dieser Hinsicht herrschen muss.

Viertes Capitel.

H o r o p t e r.

Mit dem Namen Sehpunct, Horopter, bezeichnete man früher eine bestimmte Entfernung vom Auge, die für Jeden nach der Individualität seines Organs verschieden sei. In dieser Entfernung erkenne man allein deutlich, weiter oder näher aber nur undeutlich die Objecte [1]). Aus dem über die individuellen Verschiedenheiten in Bezug auf Nah- und Fernsehen vorhin Angegebenen, inbesondere aber aus den Beobachtungeu über die Schärfe des Gesichts geht nun aber offenbar hervor, dass es weder für ein normales, noch auch für ein kurzsichtiges oder fernsichtiges Auge einen Horopter giebt, sondern dass diese (die vierte) Abart des Sehens, wo das Auge einen Horopter hat, höchst selten ist. Das deutliche Sehen ist nie auf einen bestimmten Punct, auf eine bestimmte Entfernung vom Auge beschränkt, sondern nimmt stets einen gewissen Raum ein. Dass man aber z. B. ein Lesebuch meist 8—12 Zoll vom Auge entfernt hält, das richtet sich ganz nach Bequemlichkeit und Gewöhnung, nach der Beleuchtung, nach der Länge der Zeilen, nach der Grösse der Schrift. Ein mit Perlschrift gedrucktes Wörterbuch in Duodez nähert man auf 6 Zoll, einen Folioband hält man 20 Zoll weit vom Auge, und eine Ankündigung mit zwei Zoll hohen Buchstaben vermag man erst auf 3—4 Fuss Entfernung zu lesen. Es geschieht dieses, damit die Anstrengungen, deren es überhaupt zum Erkennen eines Objects bedarf, als z. B. die Bewegung des Auges, die Unterscheidung der einzelnen Puncte und Linien, die Anpassung des Auges, **harmonisch** seien. Sieht das Auge z. B. auf das Laubwerk eines entfernten Gartens, so ist die Richtung der Augenaxen parallel, was eine geringere Anstrengung erfordert, als wenn sie convergirend gegen einander gerichtet werden; ferner strengen sich die Augenmuskeln nicht an, das Auge genau auf einen Punct zu fixiren; das sanfte Grün erregt das Auge weniger als etwa ein weisses hell beleuchtetes Papier; endlich wird auch die innere Veränderung zum Nahsehen nicht bewerkstelligt. Diese Ruhe in den verschiedenen Functionen des Auges ist harmonisch. Ebensosehr ist aber auch die Anstrengung beim genauer Betrachten eines kleinen Gegenstandes auf weisser Fläche harmonisch, denn

---

1) Es ist auffallend, dass dieselben Autoren, welche die Anpassungsfähigkeit des Auges erweisen, dennoch einen Horopter annehmen. *Porterfield* (No. 26, S. 16) setzt ihn auf 8 Zoll; *Haller* (No. 13. S. 496, No. 14 S. 145), *G. Parrot* (No. 16. S. 434) und *Berthold* (No. 28. S. 295) nehmen 8—12 Zoll an, während *Huygens* (No. 29. S. 408), *Boyer* (Nr. 30. S. 617) und *Monteggia* (No. 31. S. 330) ihn auf 18 Zoll hinausrücken; *Beer* (No. 32. S. 100) gar auf 20. Die Optiker und Brillenhändler bestimmen meist 12 Zoll als normale Sehweite, so z. B. *Petitpierre* (No. 114. S. 37).

sie findet gleichzeitig in den Muskeln, in dem das Auge zum Nahsehen anpassenden Organ und in der Netzhaut Statt. Ebenso wie beim Betrachten entfernter und ganz naher Objecte giebt es nun auch bei mittleren Entfernungen für jedes Object je nach seiner Beleuchtung, Grösse und nach der Genauigkeit, mit welcher wir es zu sehen wünschen, eine bestimmte ihm angemessene Entfernung, in welcher die Anstrengung des Auges eine harmonische ist — diese Entfernung ist der jedesmalige Horopter, der sich aber bei jedem Blicke nach dem Objecte ändert, also durchaus nicht als eine für jedes Auge bestimmte Entfernung angesehen werden kann. Das Anpassungsvermögen eines gesunden Auges ist so vollkommen, dass das betrachtete Object in jeder Entfernung bis auf 4 Zoll vom Auge ein vollkommen deutliches Bild entwirft; fände dieses nicht Statt, so würde der Sehwinkel verschwindender Objecte sich nicht so gleich bleiben in den verschiedenen Entfernungen. Aus der Beschreibung des kurzsichtigen Auges geht hervor, dass es auch für dieses keinen Horopter, sondern nur einen Sehraum giebt. Die mit Kurzsichtigen an kleinen Objecten angestellten Beobachtungen gaben mir das Resultat, dass auch bei ihnen innerhalb das Sehraums sich der Sehwinkel gleich bleibt. Wenn also *Haller* (No. 13, S. 516) den Horopter des kurzsichtigen Auges auf 6 Zoll, *Beer* (No. 27. S. 652) auf 10 — 12 Zoll setzt, so ist dieses dahin zu berichtigen, dass auch Kurzsichtige in einer gewissen Entfernung am bequemsten lesen können, dieser Horopter sich aber innerhalb eines Sehraumes befindet, denn die Fälle, in welchen ein Auge wirklich einen Horopter hat, d. h. wirklich nur in einer bestimmten Entfernung deutlich, näher oder weiter aber undeutlich sieht, sind, wie oben gesagt, äusserst selten oder künstlich hervorgerufen [1]).

Fünftes Capitel.

Subjective Beobachtungen der inneren Veränderungen.

Das Vorhergehende sollte nur dazu dienen, die jetzt folgenden Beobachtungen vorzubereiten, welche selbst wiederum, aus einer grossen Menge ähnlicher als charakteristisch herausgehoben, nur Modificationen des Urphänomens sind. Auch die Betrachtung der individuellen Verschiedenheiten musste vorangeschickt werden, damit eben diese bei den verschieden sehenden Lesern keine Störung veranlassten, wenn die angeführten Versuche geprüft und beurtheilt werden sollen. Denn dem Normal-Auge werden alle Versuche leicht werden; dem Fernsichtigen können nur wenige gelingen, da eine Convexbrille höchst unvollkommen die inneren Veränderungen nachahmt; der Kurzsichtige dagegen kann, wenn sein

---

1) *Müller* (No. 82. S. 178) nennt Horopter die Gesichtsebene, oder den Kreis, an dessen Peripherie die Sehaxen beider Augen zusammentreffen; — hier ist zwar nur von dem Sehen im Centrum der Gesichtsebene die Rede, indess verdient bemerkt zu werden, dass auch neben dem Centrum in der ganzen Ebene, in welcher das betrachtete Object sich befindet, die übrigen Objecte einfach und deutlich erscheinen — näher oder entfernter aber doppelt und undeutlich. Wir vermögen diese Undeutlichkeit nur nicht immer wahrzunehmen.

Uebel nicht sehr bedeutend ist, sein Auge mittelst einer Concav-Brille dem normalen ähnlich machen. Sind die individuellen Verschiedenheiten berücksichtigt, dann bedarf es nur einiger Uebung, um die folgenden Versuche nachzumachen. Man übe sich, bald mit dem linken, bald mit dem rechten Auge, das andere verschliessend, abwechselnd einen nahen und einen entfernten Gegenstand, wie in Vers. 4 angegeben, zu betrachten, sehe bald auf diesen, bald auf jenen, und wechsele hierin so schnell als möglich ab. Man wird dann zuerst gewahr werden, dass es immer einer gewissen Zeit bedarf, um das Auge aus einem Zustande in den anderen zu versetzen. Man kann das Auge zwei, höchstens drei Mal in einer Secunde verändern, dagegen kann man wohl vier bis sechs neben einander in einer Entfernung befindliche Puncte in einer Secunde fixiren. Sodann bemerkt man, dass es leichter ist, beim Fixiren eines Objects gleichzeitig ein anderes seitwärts von dem Axenpuncte in einer Gesichtsebene belegenes, also ebenso deutliches zu beachten, als bei Betrachtung eines entfernten Objects auf das undeutlicher erscheinende nahe, oder bei Betrachtung eines nahen, auf das undeutliche entfernte zu achten. Man gelangt aber allmälig dahin, indem man das undeutlich erscheinende Object bewegt, z. B. bei Betrachtung eines Buchstaben, die nahe vor das Auge gehaltene Feder, oder, bei Betrachtung dieser, das Buch bewegt; dann erkennt man alsbald, wie das nicht betrachtete Object schattig erscheint. Drittens kann man es durch längere Uebung so weit bringen, dass es nicht einmal mehr eines nahen Objects bedarf, um das Auge zum Nahsehen einzurichten, sondern die blosse Vorstellung eines nahen Objects reicht schon hin, das Auge für dasselbe, d. h. also zum Nahsehen zu verändern (es versteht sich, dass dieses Experiment nur mit einem Auge vorgenommen wird, das andere aber verschlossen ist, sonst stören die Doppelbilder). Das Auge ist dann einem kurzsichtigen gleich, und kann in dieser Veränderung beharrend um sich blicken. I. Müller und Volkmann sind dieses zu thun im Stande; auch mir wird es nicht schwer, und oft habe ich in diesem Zustande Kurzsichtigen genau die Gegenstände beschrieben, wie sie ihnen mit verwischten Rändern, undeutlich, zuweilen auch grösser erscheinen müssen, was sich mir denn auch bestätigten [1]). Viertens kann man auch umgekehrt einen nahen Gegenstand mit zum Fernsehen eingerichteten Auge betrachten, also eine Presbyopie fingiren. Ich thue, als wollte ich durch das vorgehaltene Buch hindurch auf die Wand sehen, oder betrachte zuerst die Wand, und schiebe, ohne das Auge zu verändern, ein Buch vor dasselbe, dann erscheinen alle Buchstaben schattig, in einander fliessend, durchaus unleserlich.

Vers. 10. Man betrachte einen einfachen Strich, z. B. fig. II, auf 2—4 Fuss Entfernung, und richte nun das Auge zum Nahsehen ein, so wird der Strich, wie erwähnt, je näher man sieht, um desto breiter werden, und, wenn man das Auge etwa für 5 Zoll Entfernung eingerichtet hat, ungefähr so vervielfacht erscheinen, wie es fig. III Taf. I versinnlicht (noch auffallender ist diese Vervielfältigung an der Spitze einer etwa 5—6 Fuss entfernten Kerzenflamme). Jetzt schiebe man, in dieser Anstrengung des Nahsehens beharrend, irgend eine scharfe Kante, z. B. die eines Lineals, von der Seite her langsam vor die Pupille, da wird ein Bild nach dem andern verdeckt, und zuletzt erscheint das Object, Strich oder Flamme, einfach und mit scharfen Umrissen. Wollen wir die Veränderung des einfachen

---

1) *Treviranus* (No. 132 S. 506) hält es gradezu für unmöglich, das Auge auf einen Gegenstand zu richten, ohne es für denselben anzupassen. Man kann aber nicht wohl anders über des Nah- und Fernsehen ein richtiges Urtheil fällen, als wenn man diese Fähigkeit durch Uebung erworben hat.

schmalen Strichs durch das Nahsehen als ein Auseinandergehen in mehrere Bilder betrachten, so thut die scharfe Kante hierbei nichts weiter, als dass sie die Pupille fast ganz bedeckt bis auf eine kleine Oeffnung, dadurch aber auch die Entstehung aller übrigen Bilder verwehrt, bis auf das äusserste. Wenn das Auge nun, während es so hinter dem Lineal hervorsieht, zum Nahsehen oder zum Fernsehen eingerichtet wird, so bleibt der Strich einfach. Es ist hierbei auch gleichgiltig, ob man die scharfe Kante von aussen nach innen, oder ob von innen nach aussen vorschiebt, ob also der innere oder äussere Theil der Pupille offen bleibt, immer findet dieselbe Reducirung des Schattens auf das einfache Bild Statt.

Vers. 11. Wenn wir nun aber den inneren und den äusseren Theil der Pupille zugleich offen lassen, nur die Mitte der Pupille verdecken, z. B. indem der Rücken eines Federmessers oder ein Schwefelhölzchen gegen die Hornhaut gehalten wird — wenn wir dabei das Auge zum Nahsehen einrichten, und den Strich auf 3 Fuss Fntfernung betrachten — dann wird offenbar das äusserste Bild rechts und das äusserste Bild links gleichzeitig erscheinen müssen, wir sehen dann also zwei Bilder, weil wir nur 2 isoliren, die übrigen, mittleren verdecken. Richten wir das Auge zum Fernsehen, dem Striche gemäss ein, sogleich erscheint dieser einfach, sehen wir wieder nah — doppelt. Dem Kurzsichtigen erscheint der Strich (auch ohne dass er sein Auge zum Nahsehen einzurichten braucht) doppelt, aber, so wie er ein passendes Concavglas vorsetzt, einfach. Dem Normal-Auge erscheint der Strich, wie gesagt, einfach, sobald es auf denselben hinblickt, aber sogleich doppelt, wenn es ein Convexglas vorhält (d. h. also, wenn es sich einem kurzsichtigen Auge ähnlich macht).

Vers. 12. Wir können von dem breiter gewordenen oder vervielfältigten Bilde auch auf eine andere Art eins isoliren, indem zwei scharfe Kanten von beiden Seiten her einander dergestalt genähert werden, dass vor der Pupille ein etwa 0,2‴ breiter Spalt zurück bleibt, oder, wir schneiden in ein Kartenblatt einen ebenso schmalen Spalt und halten den senkrecht vor das Auge, dann erscheint der entfernte Strich, wenn gleich das Auge zum Nahsehen eingerichtet ist, dennoch einfach. Es isolirt dieser Spalt, wir mögen ihn nun mehr vor dem äusseren oder mehr vor dem inneren Theile der Pupille halten, jedesmal nur ein Bild. Jetzt schneiden wir 2 Spalten neben einander in das Kartenblatt, eine Linie von einander entfernt, richten das Auge zum Nahsehen ein, und betrachten das entfernte Object, so erscheint dasselbe (Kerzenflamme oder Strich) doppelt; dagegen richten wir das Auge zum Fernsehen ein, d. h. betrachten wir die Flamme oder den Strich selbst, oder setzen eine Concavbrille vor, dann erscheint uns das Object wieder wie im vorigen Versuche einfach. Werden drei Spalten, jeder $\frac{1}{2}$ Linie von dem andern entfernt, neben einander in das Kartenblatt geschnitten, so erscheint der Strich beim Nahsehen dreifach, beim Fernsehen aber wieder einfach. Von den vielen Bildern, in welche der Strich beim Nahsehen auseinandergeht, werden vermittelst der drei Spalten nur drei isolirt. Schiebt man von der Seite her den Rand einer zweiten Karte über diese Spalten hin, so verschwindet zuerst von den drei Bildern das an derselben Seite befindliche, dann das folgende und zuletzt das zuletzt bedeckte Bild; ganz wie beim Sehen mit freiem Auge. Vers. 10.

Wenn diese drei Versuche umgekehrt bei Betrachtung naher Objecte mit einem zum Fernsehen eingerichteten Auge angestellt werden, so ergeben sich folgende analoge Resultate.

Vers. 13. Man betrachte mit einem zum Fernsehen eingerichteten Auge ein nahes Object, etwa den Strich fig. II. auf 4—5 Zoll Entfernung, so wird dieser Strich etwa so breit wie fig. IV. und schat-

tig erscheinen. Schiebt man nun von der äusseren Seite her den Rand eines Kartenblattes vor die Pupille, so wird zuerst der entgegengesetzte Rand des schattigen Streifens, dann die Mitte bedeckt und zuletzt bleibt nur der äusserste, an der Seite der Karte befindliche Rand des schattigen Streifens übrig, der aber schwarz und scharf begrenzt erscheint, oder mit einem Worte, man sieht den Strich deutlich (im Allgemeinen ist zu bemerken, dass beim undeutlichen Sehen nahe Gegenstände durch kleine Oeffnungen weniger scharf begrenzt erscheinen als entfernte, weil die äussersten Strahlen, welche durch die Oeffnung hindurchgehen, einen grösseren Winkel bilden als von einem entfernten Objecte). Auch hier bleibt jetzt der Strich, man mag nun nah oder fern sehen, wie im 10te Versuche stets gleich deutlich. Man kann auch hier das Kartenblatt von innen her vorschieben, und dasselbe Phänomen beobachten.

Vers. 14. Ebenso wie in Vers. 11. entstehen zwei Bilder, wenn man das Auge zum Fernsehen einrichtet, den Strich auf 4 Zoll betrachtet, und den Rücken eines Federmessers oder sonst einen schmalen Gegenstand mitten vor die Pupille hält. Die Bilder sind um so deutlicher, je breiter der vorgehaltene längliche Gegenstand ist, d. h. je kleiner die offen bleibenden Ränder der Pupille sind. So wie man das Auge zum Nahsehen einrichtet, nähern sich die Bilder einander, und man sieht den Strich wieder einfach; richtet man das Auge wieder zum Fernsehen ein, so erscheint der Strich doppelt, und es treten die Bilder auseinander. Der Fernsichtige kann diesen Versuch natürlich ohne Anstrengung zum Fernsehen anstellen; durch ein Convexglas erscheint ihm der doppelte Strich einfach. Das sehr kurzsichtige Auge sieht den Strich einfach, erst durch ein starkes Concavglas doppelt. Das Normalauge kann, während es fern sieht, ebenfalls durch ein Convexglas den Strich einfach erscheinen machen, und umgekehrt, während es nahsieht, durch ein Concavglas doppelt (dieses Letztere gelingt einem Ungeübten schwieriger).

Vers. 15. entspricht dem 12ten Versuche. Man richte das Auge zum Fernsehen ein, halte das Blatt mit dem Striche, fig. I., 5 Zoll vom Auge, und betrachte nun diesen Strich durch einen in ein Kartenblatt geschnittenen Spalt, so erscheint er einfach und ziemlich deutlich. Durch 2 Spalten erscheint er doppelt, durch 3 dreifach, aber so wie wir das Auge zum Nahsehen einrichten, oder ein Convexglas vorsetzen, sogleich wieder einfach. Schiebt man während Erscheinung der drei Bilder von der Aussenseite her den Rand einer zweiten Karte über die Spalten hin, so verschwindet von den drei Bildern zuerst das der bedeckten Oeffnung entgegengesetzte innere Bild, dann das mittlere und zuletzt das äussere [1]).

Vers. 16. vereinigt den 12ten und 15ten Versuch. Man lasse eine Schnur vor einer Fensterscheibe herabhängen, befestige sodann die Spitze einer Nadel senkrecht 5 Zoll weit vom Auge, in der Sehaxe, und nun blicke man durch die 2 Spalten des Kartenblatts, welche 1 Linie von einander abstehen, und ebenfalls senkrecht gehalten werden. Da sieht man denn, auf die Schnur blickend, diese einfach, die

---

1) Dieser Versuch wie der 12te ist schon von *Porterfield* (No. 26. S. 410) angestellt worden. Was *Treviranus* (No. 132. S. 506) dagegen anführt, lässt sich aus der Individualität (Kurzsichtigkeit) seines Auges nach dem vorhin Angegebenen leicht herleiten. In welcher Art die Bilder beim Bedecken der Schatten verschwinden, lässt sich leicht construiren (s. *Volkmann*, No. 128 S. 66).

Nadelspitze aber doppelt, auf die Nadel blickend, dieselbe einfach, die Schnur dagegen doppelt (ein Kurzsichtiger muss diesen Versuch, wie schon öfters erwähnt, mit einer passenden Brille anstellen [1]).

Vers. 17. Nachdem wir gesehen, wie neben einander eingeschnittene Spalten das undeutliche Bild beim Fern- wie beim Nahsehen zu zertheilen im Stande sind, wollen wir auch die Wirkung kleiner runder Oeffnungen auf Isolirung der Bilder kennen lernen. Betrachten wir also eine etwa 10 Fuss vom Auge entfernte Kerzenflamme oder den runden Fleck, fig. V Taf. 1., auf zwei Fuss Entfernung mit einem kurzsichtigen oder zum Nahsehen adaptirten Auge, so werden wir im ersten Falle einen leuchtenden Fleck, im zweiten einen schattigen gewahr werden. Betrachten wir nun diesen Fleck, indem wir das Auge stets in seiner Spannung erhalten (was freilich einige Uebung verlangt), durch eine mit einer Nadel in ein Kartenblatt gemachte kleine Oeffnung, so sehen wir das Licht oder den schwarzen Punct einfach und deutlich; er bleibt einfach und deutlich, wir mögen nun weit oder nah sehen, das Blatt, die Kerze, nähern oder entfernen. Stellen wir ein Blatt mit 2 kleinen Oeffnungen vor das Auge, so sehen wir 2 Kerzen, mit 3 Oeffnungen, 3, mit 5, 6, 7 Oeffnungen ebenso viele Kerzen oder schwarze Punkte, vorausgesetzt, dass die Oeffnungen einen Raum einnehmen, welcher die Grösse der Pupille nicht übertrifft, und vorausgesetzt, dass das Auge zum Nahsehen eingerichtet ist. Richten wir dagegen das Auge wieder auf das Object selbst, so erscheint dieses, durch wie viel Oeffnungen man es auch betrachten möge, einfach [2]). Ich habe diesen Versuch an meinem Auge wie an dem von 8 anderen Personen zu wiederholten Malen angestellt, und stets innerhalb der Grenzen des deutlichen Sehens den Gegenstand einfach gesehen, wenn ich den Blick auf ihn richtete, über den Fernpunct hinaus dagegen doppelt. Durch die Brille gesehen erschienen auch die entferntesten Objecte einfach. Jedoch willkührlich vermochte ich ein Doppeltsehen ebenfalls bei jeglicher Entfernung hervorzurufen, indem ich das Auge für eine grössere oder geringere Entfernung einrichtete, als die war, in welcher sich das Object befand. Wenn daher die angeführten Versuche, welche von *Porterfield* (No. 26 und No. 77. S. 458) herstammen, späteren Beobachtern nicht die erwähnten Resultate gaben, so kann ich in Folge der mannichfaltigsten Beobachtungen auf das bestimmteste aussprechen, dass einzig und allein individuelle Verschiedenheiten der Augen und Mangel an Uebung die Schuld tragen; Porterfield hatte durchaus

---

1) Hierher gehört ein auch von *Volkmann* (No. 128. S. 68) angegebener und erklärter Versuch *Young's*. Man spannt einen Faden in der Richtung der Augenaxe vom Auge gerade aus, und betrachtet ihn durch 2 Löcher in einem Kartenblatte, da sieht man 2 Fäden, die sich an einer gewissen Stelle kreuzen. (Diese Stelle ist der Fernpunct eines etwas kurzsichtigen Auges.) Diesseit der Kreuzungsstelle erscheinen die Fäden doppelt, wie in Versuch 15, jenseit ebenfalls doppelt wie in Vers. 12., aber umgekehrt, daher das scheinbare Durchkreuzen. Wenn man diesen Versuch mit normalem Auge anstellt, und dasselbe bald zum Nah-, bald zum Fernsehen einrichtet, so kann man die Durchkreuzungsstelle an dem Faden hinab und hierauf gleiten sehen.

2) *Scheiner* (No. 11. S. 37) irrte sich, indem er meinte, das Licht könne durch zwei Oeffnungen betrachtet, nur in einer bestimmten Entfernung einfach erscheinen, in jeder andern sähe man es doppelt. Sch. hatte das Anpassungsvermögen nicht gehörig geübt und war zu gleicher Zeit etwas kurzsichtig. Ebenso *Haller* (No. 13. S. 517), da er behauptete, man sähe nur im *punctum distinctae visionis* einfach, näher oder weiter dagegen durch 2 Oeffnungen doppelt. Auch *Volkmann* (No. 128. S. 65) wiederholte den Scheiner'schen Versuch mit einem kurzsichtigen Auge, sieht daher auch nur in einer gewissen Entfernung, oder, wie er weiter unten sagt (S. 116) innerhalb gewisser Grenzen einfach, näher oder entfernter dagegen doppelt. Ebenso *Treviranus* (No. 132. S. 505), weshalb er auch *de la Hire* vertheidigt, dennoch zugesteht, dass das Einfachsehen nicht auf einen bestimmten Ort beschränkt sei.

Recht. Einzelnes, wie z. B. die Anwendung des Optometers, mag immerhin mangelhaft bleiben, doch die inneren Veränderungen sind durch seine Versuche durchaus am evidentesten erwiesen worden.

Vers. 18. Ein senkrechter Spalt isolirte, wie wir sahen, von mehrerer neben einander stehenden senkrechten Bildern eins. Er isolirte dieses Bild aber nicht vollkommen, sondern nur nach den Seiten, dagegen dasselbe an beiden Enden stets etwas schattig, d. h. mehrfach bleibt. Man kann daher einen Punct durch einen Spalt mit einem nicht angepassten Auge nicht deutlich sehen, sondern er erscheint länglich; eine runde Oeffnung isolirt dagegen vollkommen aus dem ganzen Flecken ein Bild. Bewege ich nun die kleine Oeffnung vor der Pupille hin und her, während das Auge zum Nahsehen eingerichtet ist, so isolire ich also bald den einen, bald den anderen Theil des Flecks, sehe nach einander verschiedene Bilder. Da aber ein Bild dem anderen vollkommen gleich sieht, so scheint bei der Bewegung der kleinen Oeffnung der Gegenstand selbst sich zu bewegen. Richte ich aber den Blick auf das Object, d. h. passe das Auge ihm an, dann ist es gleichgiltig, durch welchen Theil der Pupille das Licht einfällt, der Ort des Bildes bleibt auf der Netzhaut derselbe. Bewegt man also vor dem dem Objecte angepassten Auge das kleine Loch, so verändert das Object seine Stelle durchaus nicht. *Crahay* (No. 103) stellte diesen Versuch umgekehrt an, indem er eine Stecknadel sehr nah (2 Zoll) vor das zum Fernsehen eingerichtete Auge hielt, und nun eine Karte mit einem Loche vor der Hornhaut hin und her bewegte. Es schien dann auch die Stecknadel sich zu bewegen. Das Phänomen verschwindet bei einer grösseren Entfernung der Stecknadel und diese erscheint unbeweglich, d. h. dann, wenn das Auge sich ihm angepasst hat. (Ein sehr Kurzsichtiger, dessen Grenzpunct 1 Zoll beträgt, würde die Beobachtung für falsch erklären.)

Sechstes Capitel.

Objective Beobachtungen der inneren Veränderungen.

In allen Handbüchern der Physiologie, Physik, Optik findet man gegenwärtig verständliche Darstellungen von der Entstehung des Bildes und wie dasselbe deutlich oder undeutlich wird beim Nah- und Fernsehen. Ebenso wird die Analogie des Auges mit einer Camera obscura aus den optischen Gesetzen nachgewiesen. Es bedarf daher hier keiner wiederholten Exposition des Bekannten. Dagegen wäre es vielleicht nicht unpassend, die vorhergehenden subjective Versuche unmittelbar durch correspondirende objective an einer Camera obscura oder an dem frischen Auge eines Thieres dem Verständnisse näher zu rücken [1]).

---

1) *Scheiner* (No. 85. S. 106) weist schon auf den Vergleich des im Auge entstehenden Bildes mit dem durch eine einfache Glaslinse entworfenen hin.

Vers. 19. Man befestige eine Glaslinse von 1″2‴ Focalweite in einem Brete, und stelle diesen Apparat dem Fenster gegenüber auf, so bildet sich das umgekehrte Bild der in der Fensterblendung befindlichen Gegenstände deutlich auf einem im Focus der Linse angebrachten Blättchen von feinem weissem Papiere ab. Bringt man nun nah vor der Linse, etwa auf 4 Zoll einen kleinen Gegenstand, z. B. die Spitze einer Schere, an, so sieht man von demselben auf dem Papiere entweder gar kein Bild oder nur einen ungewissen Schatten. Dieser Schatten wird aber sogleich deutlicher, sobald man das Papier um einige Linien von der Linse entfernt. Auf 1″5‴ Entfernung sieht man das umgekehrte Bild der Scherenspitze ganz deutlich, dagegen ist nun des Querholz des Fensters wiederum schattig. Durch ein der Linse vorgehaltenes Convexglas kann man im ersten Falle das Bild der Scherenspitze deutlich erscheinen machen; durch ein vorgehaltenes Concavglas im zweiten Falle das Bild des Querholzes. Es würde also dieser Versuch dem vierten entsprechen.

Vers. 20. Jetzt bringe man vor der Linse als Analogon der Pupille ein dicht anliegendes Blättchen an, im welchem eine kreisrunde erbsengrosse Oeffnung befindlich. Man stelle das Papier auf 1″5‴, die Scherenspitze auf 4″ Entfernung, wobei das Fensterkreuz undeutlich erschien; und nun bedecke man allmälig von der Seite her diese Pupille so, dass nur eine sehr kleine Oeffnung zurückbleibt — dann bildet sich auf dem Papiere neben der Scherenspitze auch das Fensterkreuz deutlich obwohl schwach ab [1]). Ebenso erscheint auf dem angenäherten Papiere bei 1″2‴ Entfernung das sonst undeutliche Bild der Scherenspitze durch die Beschränkung des Lichts deutlich neben dem deutlichen Bilde des Fensterkreuzes. — Auch hier kann man nun durch einen Stift, der die ganze Mitte der Pupille deckt, das undeutliche Bild in 2 zerfällen, während das deutliche einfach bleibt. Es bilden sich also auf dem Papiere zwei Scherenspitzen und nur ein Fensterkreuz ab, oder, wenn wir das Papier auf 1″5‴ entfernen, eine Scherenspitze und zwei Fensterkreuze. Diese Versuche entsprechen somit dem 11ten und 14ten.

Vers. 21. Durch 2 Spalten in einem Kartenblatte, etwa 1 Linie von einander angebracht, kann man ebenfalls auf dem näher gerückten Papiere 2 Bilder von der Scherenspitze, eins vom Fensterkreuze auf dem Papiere entstehen sehen. Jenes doppelte Bild wird aber sogleich einfach, wenn man ein Convexglas vorsetzt. Es erscheint ebenfalls einfach, wenn man statt dessen das Papier weiter von der Linse entfernt, während gleichzeitig das senkrechte Stück des Fensterkreuzes doppelt sich zeigt. Jetzt macht ein vorgesetztes Concavglas dieses doppelte Bild des entfernten Gegenstandes einfach. Kurz, wir haben das Analogon des 12ten und 15ten Versuches vor uns.

Vers. 22. Um helle kleine Objecte von bestimmten Umrissen zu diesem Versuche zu erhalten, klebte ich ein Papier, aus welchem ein Kreuz, ein Rund, ein Viereck u. dergl. ausgeschnitten wurde, auf eine Glastafel, und stellte dieses Glas vor eine Kerze. Ich nahm auch gefärbte Glastafeln mit darauf geklebtem ausgeschnittenem Papiere, so dass die rothen, gelben, blauen Bilder nun noch mehr als durch die blosse Form gegen einander contrastirten, und das Phänomen sowohl bei der einfachen Glaslinse als am Thierauge sich auf das Schönste herausstellte. Das helle Kreuzchen wurde auf 8 Fuss Entfer-

---

1) *De la Hire* (No. 99. § 11 und No. 134) liess das umgekehrte Bild eines Lichts in der *camera obscura* entstehen, und bemerkte, dass dasselbe bei Annäherung des Lichts auf 6 Zoll undeutlicher wurde, dass jedoch diese Undeutlichkeit sich verminderte, als er die Pupillenöffnung der *camera obscura* von 4 Linien auf 2 Linien verengte.

nung aufgestellt, ein helles Viereck auf 5 Zoll (dieser nahe stehende Apparat muss natürlich weit kleiner sein, um den entfernten nicht zu verdecken); das Papier, welches die Bilder auffängt, war 1″2‴ von der Linse entfernt. Das Kreuz erschien deutlich, aber unter dem Kreuze nur ein undeutlicher Fleck von dem Vierecke. Nun setzte ich eine Kartenblatt, in welchem 3 Löcher mit einer Stecknadel, jedes 1‴ von einander entfernt, neben einander angebracht waren, vor die Linse, da behielt das Bild des Kreuzes seine Form, erschien nur etwas schwächer, an der Stelle des unbestimmten Flecks dagegen bildeten sich 3 Vierecke ab, welche den 3 Oeffnungen entsprachen. Wurde die Oeffnung rechts verdeckt, so verschwand auch das Viereck rechts u. s. w. Durch ein vorgesetztes Convexglas traten alle drei Vierecke in eins zusammen (dagegen bildeten sich nun wie derum drei Kreuze ab). Hierauf entfernte ich das Papier auf 1″2‴ von der Linse, nahm das Convexglas weg, liess aber das Kartenblatt mit den drei Oeffnungen davor. Da bildete sich ein einfaches Viereck, aber drei Kreuze ab. Beim Zudecken der Oeffnung rechts verschwand das Bild links und umgekehrt. Durch ein vorgeschobenes Concavglas traten alle drei Kreuze in eins zusammen (wobei wiederum, obwohl minder deutlich, drei Vierecke sich zeigten). Es ist also hier der 17te Versuch an einem einfachen Apparate veranschaulicht. Fig. 6 Taf. 1. soll diesen Versuch versinnlichen. Das von dem entfernten Objecte A ausgehende Licht dringt durch die drei Oeffnungen O, P und Q zur Linse l m, vereinigt sich in C, und würde hier ein einfaches Bild entwerfen; rücken wir aber das Papier weiter ab, so weichen die drei Strahlenbündel divergirend auseinander, und es entstehen in o, p und q drei Bilder. Nähern wir dagegen das Object bis G, so würde das Licht, welches durch die drei Oeffnungen dringt, in p zusammentreffen, und ein einfaches Bild entwerfen; dagegen bei Annäherung des Papieres an die Linse würden bei c, o' und q' drei Bilder entstehen. Es wird aus dieser Figur auch leicht ersichtlich, wie im ersten Falle beim Bedecken einer Oeffnung das Bild an der entgegengesetzten, beim zweiten Falle das derselben Seite verschwinden muss.

Vers. 23. Hat man sich nun durch wiederholte Versuche mit einer Glaslinse von dem Entstehen eines umgekehrten Bildes und von der Nothwendigkeit überzeugt, die das Bild auffangende Fläche nach der Entfernung des Objects zu nähern oder zu entfernen, dann wird auch die Betrachtung dieses Vorganges am Thierauge vollkommen einleuchtend werden [1]). Man wähle hierzu das Auge eines so eben getödteten Säugethieres oder Vogels, dessen *sclerotica* dünn und durchsichtig ist, z. B. einer jungen Katze, eines jungen Hundes oder Hasen, eines Kaninchens, einer Taube, Schnepfe, Lerche. Man reinige den *bulbus*, setze ihn in einen Ausschnitt einer Brets oder eine Pappe, und wende die Hornhaut gegen das Fenster oder gegen Objecte der Art wie beim vorigen Versuche. Da bildet sich das entfernte Object, z. B. das Fensterkreuz, auf das sauberste hinten auf der dünnen *sclerotica* ab. Hält man einen Schlüssel 4 Zoll weit vom Auge, so erscheint dessen Bild undeutlich [2]). Schiebt man ein Brenn-

---

1) *Scheiner* (No. 11. *lib. II. p.* 114) wählte ein Ochsenauge, dem er *sclerotica* und *chorioidea* abpräparirte, *Walker* (No. 105) nahm hierzu ein künstliches Auge, *Volkmann* (No. 128 S. 109) bediente sich eines Kaninchenauges. Ich habe diesen Versuch schon früher an Schnepfenaugen angestellt (No. 143. S. 17), später auch an verschiedenen anderen Thieraugen.

2) Nach vielfacher Wiederholung dieses Versuchs glaube ich *Magendie* auf das bestimmteste widersprechen zu müssen, der am Kaninchenauge das Netzhautbildchen aller Objecte in den verschiedensten Entfernungen gleich deutlich gesehen haben will (s. *Volkmann* No. 128. S. 106).

glas vor, sogleich ist das Bild des Schlüssels wieder deutlich, das Fensterkreuz undeutlich. Stellt man im verdunkelten Zimmer ebenfalls auf 4—5 Zoll das erhellte kleine Viereck des vorigen Versuches vor das Auge, so sieht man hinten auf der *sclerotica* einen Fleck, durch ein vor die Pupille geschobenes Kartenblatt mit einer kleinen Oeffnung wird an der Stelle des Flecks das kleine Quadrat sehr schwach erleuchtet sichtbar, durch zwei Oeffnungen, die nicht weiter von einander entfernt sind, als die Pupille weit ist, erscheinen zwei kleine Quadrate; setzt man aber das Convexglas vor, so gehen beide wieder in eins zusammen. Bedeckt man eins dieser Löcher, so verschwindet das Bild derselben Seite (Volkmann S. 119).

Ich habe nur ein einziges Mal das frische Auge eines Kindes zur Beobachtung des Bildes durch die *sclerotica* benutzen können, sehr oft dagegen an dem Auge lebender Kinder das umgekehrte Bild einer seitwärts stehenden Kerze durch die *sclerotica* durchschimmern sehen. So dass wohl gegenwärtig, wenn es auch keine so sichern optischen Beweise gäbe, die blosse Beobachtung uns vollkommen berechtigt, die Entstehung eines deutlichen Bildes als nothwendige Bedingung des deutlichen Sehens anzunehmen. Hält man nun diesen Versuch mit dem 19ten und dem 4ten zusammen, so geht hieraus unbezweifelt hervor, dass sich das Auge nach dem Tode in dem Zustande des Fernsehens befindet. Denn des fernsehende Auge sieht den nahen Gegenstand undeutlich; das todte Auge bildet den fernen Gegenstand deutlich, den nahen undeutlich ab. Das fernsehende Auge sieht den nahen Gegenstand durch zwei Oeffnungen doppelt; das todte Auge lässt zwei Bilder von demselben sichtbar werden. Bedeckt man eine dieser Oeffnungen, so scheint dem Fernsehenden das Bild der entgegengesetzten Seite zu verschwinden; im todten Ange das derselben Seite (weil es eben im Leben als auf der entgegengesetzten Seite befindlich gesehen wird). Ein convexes Glas lässt den undeutlichen nahen Gegenstaud deutlich erscheinen, und die doppelten Bilder gehen in eins zusammen, im lebenden beobachtenden Auge wie im todten beobachteten. Kurz, die Erscheinungen entsprechen sich so genau, dass schon aus diesen wenigen Versuchen die Nothwendigkeit einer Veränderung in den Medien des Auges hervorgeht, welche jener an dem Linsenapparate entspricht [1]).

1) *Kepler*, der, wie oben erwähnt, zuerst den Grund der inneren Veränderungen richtig angab, hat sich schon so darüber ausgesprochen, dass sein Satz für immer Geltung haben müsste. Er sagt nämlich (No. 10. *propos.* 64. S. 26): „*Omnes a quolibet puncto rei, quam intuemur, in oculum incidentes radii, ad perspicuam ejusdem imaginem adumbrandam in unoquoque puncto retinae conveniant nesesse est; quum vero radii ex obstaculo minus remoto plus divergant, quam qui ex obstaculo magis remoto ad corneam adveniant, non fieri potest quin oculus, perspicue videns, illud contemplans lucis frangendae facultatem augeat, hoc vero intuens comminuat.*" Bald darauf setzte *Scheiner* (No. 85. S. 116) den ganzen optischen Process trefflich auseinander. Ebenso der Pater *Kircher* (No. 86. S. 92), *Traber* (No. 88), *Zahn* (No. 87. S. 30). — Dass eine schon so lange als erwiesen anzusehende und von allen Optikern auf das bündigste demonstrirte Sache dennoch selbst in unseren Zeiten Widerspruch hat erfahren müssen, das lässt sich, wenn es nicht etwa für einen unpassenden Scherz genommen werden soll, nur entweder aus einer völligen Unkenntniss oder aus einem ganz leeren Widerspruchsgeiste erklären. *Rumbatt* z. B. meint (Froriep's Notizen *B. XIX.* S. 146), dass jedes Bild auf der Netzhaut in einen Punct zusammenfalle. Dr. *P. del Acqua* ist der Ansicht (No. 101), dass das Bild sich nicht deshalb verkehrt auf der Netzhaut präsentire, weil sich die Lichtstrahlen durchkreuzen, sondern, weil das Auge sich wie ein Hohlspiegel verhält, und *Kneschke*, der Referent, sagt, er habe diese Idee schon jahrelang mit sich herumgetragen. *Werneburg* (No. 144) will das Sehen durch die vom Auge ausgehenden Sichtstrahlen zu Stande kommen lassen, die sich mit den Lichtstrahlen der Objecte verbinden. *Münchow* widerlegt ihn (daselbst) ausführlicher. *Meyer* (No. 146) und *Plagge* (No. 145) halten das Auge für einen Hohlspingel, und lassen das Sehen ebenfalls durch die von ihm ausgehenden

Die äusserst genaue Uebereinstimmung zwischen der Lage der Objecte in der Gesichtsebene mit der Lage der Bilder auf der Netzhaut lässt uns mit Sicherheit eine gleiche Genauigkeit in der Ausführung der kleinsten Partien des Bildes muthmaassen. Es ist daher sehr dankenswerth, dass *Bartels* (No. 137) jene Uebereinstimmung durch Construction, *Volkmann* (No. 128. S. 30) durch Beobachtungen am Kaninchenauge in der That nachgewiesen haben. Nehmen wir noch hierzu den Mariotte'schen Versuch, welcher ein Nichtsehen an der Stelle des Eintritts der *arteria centralis retinae* beweist, und die Purkinje'schen Druckfiguren, so möchte wohl gegenwärtig ein Zweifler, der die Uebereinstimmung des Sehens mit dem Bilde auf der Netzhaut in Abrede stellen wollte, eher lächerlich als irgend beachtenswerth, ja nicht einmal mehr originell erscheinen.

Wenn es nun überhaupt feststeht, dass das Bild auf der Netzhaut genau dem Objecte entspricht, wenn ferner dieses Object, wie aus dem 9ten Versuche und den dazu gehörigen Tabellen hervorgeht, mit einer so ungemeinen Genauigkeit bis in die kleinsten Theile sowohl in der Ferne als in der Nähe gesehen wird, so muss nothwendig auch das Bild auf der Netzhaut, sowohl beim Fernsehen als beim Nahsehen mit der grössten Genauigkeit ausgeführt sein. Es bedarf daher nach den vorgeführten Versuchen und Beobachtungen keiner weiteren Beweise für das Vorhandensein solcher inneren Veränderungen, welche bei jeder Entfernung des Gegenstandes ein gleich deutliches Bild auf der Netzhaut entstehen lassen.

Die Deutlichkeit dieses Bildes hängt so genau mit der Natur des Auges als Organ des Sehens zusammen, dass man sich kein vollkommenes Auge wohl anders denken kann als deutlich sehend. So würde man also schon *a priori* anzunehmen berechtigt sein, dass alle Vögel, deren Auge vorzüglich ausgebildet, dass der bei weitem grösste Theil der Säugethiere, dass ferner mehrere Amphibien, ja selbst Fische eine gleiche Genauigkeit des Sehens besitzen, dass sie somit auch die Fähigkeit haben müssen, ihr Auge zum Fern- und Nahsehen zu verändern. Die Erfahrung belehrt uns übrigens zur Genüge, dass viele Thiere in bedeutenden Entfernungen Objecte genau wahrzunehmen im Stande sind, z. B. Raubvögel ihren Raub, andere Vögel wiederum den über ihnen schwebenden Habicht; dass der Hund, das Pferd, der Esel seinen Herrn erkennt; dass jagdbare Thiere den Jäger schon von weitem erkennen und fliehen. Eher könnte über das deutliche Sehen der Thiere in der Nähe Zweifel erhoben werden. Man beobachte jedoch nur aufmerksam einen grösseren oder kleineren Vogel, und man wird leicht bemerken, mit welcher Sicherheit derselbe nicht nur von weitem ein auf die Erde gestreutes Körnchen wahrnimmt, sondern dasselbe auch in der Nähe deutlich sieht, von ähnlichen nicht geniessbaren Körperchen unterscheidet und aufpickt. Der scharfblickende Adler rupft den ergriffenen Vogel aufs beste, fasst jede Feder mit seinem Schnabel und zieht sie einzeln aus. Der Papagei ergötzt uns eben dadurch, dass er auf Alles achtet, was im Zimmer vorgeht, zugleich aber auch seine Nahrung mit dem Fusse ergreift und zum Munde bringt. Wie wäre dieses Alles möglich? wie wären die Vögel

---

Strahlen zu Stande kommen, wie schon *Empedokles* und *Plato* lehrten. Der Engländer *Horn* (No. 147) und der Franzose *Lehot* (No. 91) lassen das Bild im Glaskörper entstehen wie früher *Peirescius*. *Vittadini* sagt gar, im Jahre 1835 (No. 102), das Bild der Gegenstände zeichne sich aufrechtstehend auf die Netzhaut, die wässrige Feuchtigkeit breche die Strahlen so, dass sie nicht umgekehrt durch die Pupille eindringen. Man sehe das Bild in der That — auf der Hornhaut (!!).

insbesondere im Stande, so künstliche, so feste, so genau zusammengefügte Nester zu bauen, wenn sie nicht vollkommen deutlich in der Nähe sähen? Ebenso aber auch die Säugethiere. Man beachte nur eine Katze, wie sie ihr Haar leckt und ordnet, wie sie ihren Frass auswählt, wie sicher sie ein etwas entfernteres Object ergreift, wie sie über einen dünnen Faden schreitet. Man sehe den Hund, wie er die besten Bissen in der grössten Nähe am genauesten erkennt. Besonders beobachte man einen Hund, den eine Fliege umschwirrt; ist sie seinem Auge ganz nahe, dann fängt er sie nicht, sondern vertreibt sie nur etwa mit der Pfote, oder zieht den Kopf zurück, verfolgt sie mit den Augen auf 5—7 Zoll Entfernung, und nun schnappt er mit Sicherheit nach ihr. Dem Eichhörnchen, wenn es mit Sicherheit auf einen 12—15 Fuss von ihm entfernten Ast springt, wird man ein genaues Erkennen dieses entfernten Objectes ebensosehr zugestehen müssen, als beim Betrachten und Aufbeissen einer Nuss ein gleich genaues Erkennen dieses nahen Gegenstandes. Besonders scheint mir der Umstand ein sicheres Kriterium des deutlichen Sehens in der Nähe zu sein, dass die Thiere, um ihren Frass zu betrachten, den Kopf bis auf eine gewisse Entfernung zurückziehen, d. h. bis zum Grenzpuncte des deutlichen Sehens. Was die Kurzsichtigkeit kleiner Säugethiere, z. B. der Maus betrifft, so möchte ich nach der oben gegebenen Difinition der Kurzsichtigkeit auch diese bezweifeln, ohne jedoch läugnen zu wollen, dass die Maus entfernte Gegenstände undeutlicher sieht als etwa der Mensch. Ich glaube nur, dass diese Undeutlichkeit aus der Kleinheit des Bildes hergeleitet werden muss, nicht aus dem Mangel an Genauigkeit. Der Durchmesser eines Mäuseauges beträgt etwa 1‴, also 10 mal weniger als der des Menschenauges; es wird demnach das Bild eines Objectes im Mäuseauge 10 mal kleiner sein; ein 10 Schritt entfernter Mensch würde also der Maus ungefähr so erscheinen, wie uns ein 100 Schritt entfernter. Ebenso zweifelhaft ist mir die Kurzsichtigkeit der Wasserthiere. Robbenjäger haben mich versichert, dass die Jagd der Robben vorzüglich deshalb so schwierig sei, weil diese Thiere die Annäherung des Menschen schon in grosser Entfernung und zwar unter dem Winde, also unabhängig vom Geruche bemerken, und seine Bewegungen ebenso beobachten wir andere jagdbare Thiere. Ich habe die Bewegungen einer Wasserratte beobachtet, und glaube aus diesen, vorzüglich aber aus ihrer schleunigen Flucht, als sie nur kaum meinen Kopf wahrnehmen konnte, ebenfalls auf ein deutliches Sehen dieses Thieres in der Ferne schliessen zu können. — Die ganze Lebensart des Bibers lässt auch hier ein deutliches Nah- und Fernsehen vermuthen, zudem habe ich Gelegenheit gehabt, das Auge eines hier in Liefland frisch erlegten Bibers zu untersuchen. Ich beobachtete, aber freilich nur unvollkommen, ein ziemlich deutliches Bild des Fensters auf der *chorioidea* nach Wegnahme eines Theiles der *sclerotica*. Ungleich genauer sah ich dagegen das Bild des Fensters auf der *sclerotica* eines Dachsauges, nachdem ich das Thier eine Zeit lang lebend beobachtet hatte. Ob auch Amphibien nah und fern gleich deutlich sehen, wage ich zwar nicht zu entscheiden, halte es indessen doch für wahrscheinlich, wenigstens verräth das lebhafte Temperament der Eidechse leicht, dass sie Entferntes wahrnimmt, — über das deutliche Sehen dieses Thieres in der Nähe kann aber wohl kein Zweifel obwalten, da die Eidechsen die gewandtesten Mückenfänger sind[1]). In Betreff der Fische, welche in einem Medium leben, das über-

1) Eine Stufenleiter der Thiere nach der Entfernuug des *punctum distinctae visionis*, wie sie *Treviranus* (No. 129. S. 43 u. ff.) nach genauen, auf die Dimensionen der brechenden Theile gegründeten Berechnungen angibt, wäre also ganz gegen die Natur des Gesichtsorganes, das bestimmt ist, in allen Entfernungen deutlich zu sehen. Wie kann man

haupt das Sehen sehr entfernter Objecte nicht zulässt, möchte die Frage, ob sie nah und fern sehen, schwieriger zu entscheiden sein.

Siebentes Capitel.

Erscheinungen, die von den inneren Veränderungen des Auges abhängig sind.

Da die Deutlichkeit des Sehens nur durch eine Veränderung des Auges beim Nah- und Fernsehen erreicht werden kann, so wird nothwendig jedesmal, wenn das Auge der Entfernung des Gegenstandes nicht angepasst ist, eine Undeutlichkeit entstehen müssen. Die mannichfaltigen Umstände, unter welchen diese Undeutlichkeit wahrgenommen, die verschiedenen Mittel, welche zur Aufhebung der entstandenen Undeutlichkeit angewandt werden — dieses giebt zu einer grossen Menge von Erscheinungen Anlass, von denen hier nur einzelne wie zur Probe herausgehoben werden mögen. Nach genauer Kenntniss des ganzen Vorganges dürfte es nicht schwer werden, gleich diesen auch alle nicht angeführten Erscheinungen zu zerlegen, und auf ihren Ursprung zurückzuführen.

Vers. 24. Betrachtet man mit einem zum Fernsehen eingerichteten Auge einen nahen Gegenstand, z. B. einen Punct, und hält nun ein Kartenblatt mit einer runden Oeffnung von 0,8‴ Durchmesser dicht vor das Auge, so erscheinen die schattigen Umrisse schmäler; durch eine Oeffnung von 0,5‴ betrachtet, erscheint der Schatten noch geringer; ist die Oeffnung nur 0,3‴ oder 0,15‴ gross, dann schwindet der Schatten ganz, und man sieht das kleine Object mit reinen scharfen Umrissen. Zu gleicher Zeit erscheint es aber schwach erleuchtet und wie von einem dünnen Flor umgeben. Dieser Flor verschwindet nur dann erst, wenn man das Auge zum Nahsehen einrichtet. Man betrachte auf diese Weise einen Fliegenfuss, so bleiben, auch wenn man durch die kleine Oeffnung sieht, die einzelnen Härchen dennoch so lange undeutlich, als das Auge zum Fernsehen eingerichtet ist, so wie man es aber zum Nahsehen einrichtet, so sieht man, obwohl schwächer beleuchtet, diese einzelnen Härchen ganz deutlich. Der Punct, bis zu welchem ein solches deutlicheres Sehen der Härchen durch Anpassung des Auges mir noch möglich war, blieb beim Sehen durch die kleine Oeffnung für mein Auge derselbe, wie beim Sehen mit freiem Auge, nämlich 4 Zoll entfernt [1]).

Vers. 25. Man betrachte mit einem zum Nahsehen eingerichteten oder kurzsichtigen Auge einen fernen Gegenstand, und setze nun ebenfalls ein Kartenblatt mit einer kleinen Oeffnung vor, so beobach-

---

wohl ein *punctum d. v.* annehmen für Thiere, die wie Treviranus selbst (S. 48) angibt, deutlich in die Ferne sehen? Gesteht Treviranus (S. 48) nicht selbst die inneren Veränderungen mit den Worten zu: „es lässt sich voraussetzen, dass die Weite des deutlichen Sehens bei keinem Thiere auf einen einzigen Punct beschränkt ist“ — und (S. 45): „ganz der Natur gemäss ist freilich diese Gradation nicht“ —?—

1) *Treviranus* (No. 130. S. 70) sah durch eine kleine Oeffnung (kleiner als die Pupille) einen Gegenstand ebenfalls wie in Flor gehüllt, und musste einen kleinen Gegenstand näher rücken als sonst, um ihn deutlich zu sehen. — Er musste ihn deshalb näher rücken, weil er schwächer beleuchtet schien.

tet man genau dasselbe, es erscheint nämlich das Object um so deutlicher, je kleiner die Oeffnung ist[1]), indess stets noch von einem leichten Flor umgeben. Dieser schwindet indess sogleich und lässt den Gegenstand vollkommen deutlich sehen, sobald man das Auge zum Fernsehen einrichtet, oder ein passendes Concavglas vorsetzt[2]).

Vers. 26. Man stelle beim Sonnenscheine ein Blatt mit Strichen und Puncten in einer Fensterbrüstung auf, und setze sich etwa 6—7 Fuss von demselben entfernt, so dass die Sonne ins Auge scheint, so wird man (also bei 0,6‴ Pupillenweite) mit einem zum Nahsehen eingerichteten oder kurzsichtigen Auge etwas geringere schattige Umrisse wahrnehmen, als wenn man das Experiment im Zimmer oder bei herabgelassenen Vorhängen (also bei 1,5—2‴ Pupillenweite) anstellt. Ebenso sind die schattigen Umrisse geringer, wenn man das von der Sonne beschienene Auge zum Fernsehen einrichtet, und das Papier mit den Strichen nahe vorhält. — Ein wenig kurzsichtiges Auge, das auf 2—3 Fuss noch deutlich sieht, bemerkt daher bei hellem Sonnenscheine diese geringe Kurzsichtigkeit fast gar nicht, nur die Anwendung eines passenden (also schwachen) Concavglases lässt erkennen, dass man noch deutlicher sehen könne. Doch bei bewölktem Himmel, bei sinkender Sonne nehmen die schattigen Umrisse zu, ein Punct erscheint wie ein Fleck, ein Ast, ein Stab erscheint doppelt, und man ist geneigt, dieses auf die schwächere Beleuchtung zu schieben. Aber nach Anwendung desselben passenden Concavglases, dessen man sich bei Tage bediente, hören diese Erscheinungen sogleich auf, und man sieht deutliche Umrisse[3]).

Vers. 27. Betrachtet man mit einem zum Nahsehen eingerichteten Auge einen weissen hellen Gegenstand, den Mond, einen Stern, ein Licht, eine weisse Tasse, so ragen die schattigen Ränder, welche nun entstehen, über den dunklen Hintergrund herüber, und das helle Bild wird undeutlich und

---

1) Schon *Sturm* (No. 63. S. 3) sagt in J. 1693, dass Kurzsichtige durch eine kleine Oeffnung deutlicher sehen. *Volkmann* (No. 128. S. 129) sah, weil er kurzsichtig ist, durch eine kleine Oeffnung entfernte Objecte deutlicher, und leitet dieses mit Recht aus der Verschmälerung der Zerstreuungskreise her, was sich denn auch, wie er gezeigt hat, sehr leicht construiren lässt. Wenn *Treviranus* (No. 130. S. 70) eine Thurmspitze durch eine kleine Oeffnung kleiner als mit offenen Auge sieht, so hat das seinen Grund in dem Verschwinden der schattigen vergrössernden Umrisse, welche sich ihm als einem Kurzsichtigen zeigen. — Die objectiven Beobachtungen des durch eine Glaslinse auf einem Papiere entworfenen Bildes bestätigen vollkommen die subjectiven, denn auch hier kann man das im Vers. 19. undeutlich erscheinende Bild sogleich durch Vorhalten eines Kartenblattes mit einer kleinen Oeffnung deutlich machen. *John Walker* (No. 105) machte an einem künstlichen Auge dieselbe Erfahrung, dass ein undeutlich abgebildeter Gegenstand durch Vorsetzen einer kleinen Oeffnung sogleich deutlich erschien. — Es ist zu bemerken, dass in allen diesen Fällen gleichzeitig der entfernte, wie der nahe Gegenstand durch die kleine Oeffnung deutlich gesehen — deutlich abgebildet wird.

2) *Müller* (Archiv für Physiologie 1836. V. S. CLII) bemerkt gleichfalls, dass auch beim Sehen durch kleine Oeffnungen nahe und ferne Gegenstände deutlich oder undeutlich erscheinen, je nach der Anpassung des Auges.

3) Ich habe schon früher hierauf bezügliche Versuche angestellt (No. 143. S. 22), und sie nachher häufig wiederholt. Um nur einen anzuführen: Auf 4″ Entfernung wurde ein 0,2‴ breiter Strich mit einem zum Fernsehen eingerichteten Auge 1,2‴ breit gesehen, während die Pupi lle 2,2 im Durchmesser hatte, dagegen, als die Pupille durch Anrücken des Lichtes auf 1,5‴ verengt worden, erschien der Strich nur 0,9‴ breit. Einen 0,5‴ breiten Strich betrachtete ich auf 2′,4″ Entfernung mit einem zum Nahsehen eingerichteten Auge bei einer Pupillenweite von 2,5‴, dadurch erschien dieser Strich 7‴ breit, bei 1,5‴ Pupillenweite nur 3,5‴.

nach allen Dimensionen grösser. Sieht man dagegen mit einem ebenso eingerichteten Auge auf ein dunkles Object auf hellem Hintergrunde, z. B. auf ein breites schwarzes Band, das vor einem weissen Papiere herabhängt, oder auch nur auf das dunkle Fensterkreuz, so scheinen die schattigen hellen Ränder über das dunkle Object hinüber zu ragen, und man sieht dieses schmäler. Bei einem weniger auffallenden Contraste erscheint aber auch selbst der dunklere Gegenstand, z. B. ein auf die weisse Diele geworfener Schlüssel, grösser. Bei Betrachtung naher Gegenstände mit einem zum Fernsehen eingerichteten Auge erscheint dagegen wegen der intensiveren Beleuchtung ebensowohl der helle auf dunklem als der dunkle auf hellem Hintergrunde grösser.

Vers. 28. Es ist shon beim 4ten Versuche bemerkt worden, dass man bei Betrachtung eines entfernten schmalen Gegenstandes mit einem zum Nahsehen eingerichteten oder kurzsichtigen Auge öfters doppelte, drei- und mehrfache Bilder sieht. Die Bedingungen zur Entstehung dieser vervielfältigten Bilder sind folgende: Man stelle den Strich fig. 1. 12 Zoll weit vom Auge, und richte das Auge nun auf die Spitze eines Bleistifts, den man vor den Strich hält, so erscheint der Strich bei 11 oder 10 Zoll Entfernung des Bleistifts vom Auge mit schattigen Rändern, bei 9—8 Zoll Entfernung des Bleistifts doppelt oder dreifach. Nähert man den Bleistift auf 6—5 Zoll, so wird der Strich noch breiter, man unterscheidet keine einzelnen Bilder mehr, sondern sieht nur einen einzigen breiten schwachen Schatten. Ebenso erscheint der Strich fig. IV. auf 3 Fuss Entfernung betrachtet nur dann dreifach, wenn das Auge etwa für $1\frac{1}{2}$ Fuss Entf. angepasst wird. Oder umgekehrt: Man richte das Auge zum Fernsehen ein, und nähere nun den Strich fig. 1. auf 1 Fuss, so wird er etwas schattig, auf 9, 8 Zoll doppelt, auf 5 Zoll ein breiter undeutlichen Schatten [1]). Die Verdoppelung oder Verdreifachung deutet also an, dass das undeutliche Sehen schon ziemlich bedeutend ist, aber noch nicht den höchsten Grad erreicht hat. Da ich bei vielfachen objectiven Versuchen mit einer Glaslinse durchaus nichts Aehnliches, d. h. keine verdoppelten Bilder, beobachtete, so scheint mir der Grund dieser Erscheinung in der blättrigen Structur der Krystalllinse zu liegen, wodurch bei der beginnenden Vervielfältigung die einzelnen Bilder entschiedener von einander gesondert werden und nur erst später bei zu häufiger Vervielfältigung ganz in einander fliessen [2]).

Vers. 29. Sieht man durch eine schmale Spalte in einem Kartenblatte auf ein helles Object, so erscheint nicht nur diese Spalte breiter, sondern es werden auch eine Menge feiner dunkler Parallelstriche in ihr sichtbar. *Peclet* (No. 106), der diese Beobachtung ebenfalls gemacht hat, sucht die

---

1) *Purkinje* (No. 38. S. 153), der ebenfalls kurzsichtig ist, erzeugte durch Druck das Auges Doppelbilder, weil sie nämlich durch eine geringe Dislocation der Medien deutlicher auseinander treten, nicht aber, weil die Medien, wie P. meint, durch eine solche Spannung doppelbrechend werden. *Griffin* (No. 104) sah dreifache Bilder, nachdem er längere Zeit mit dem linken Auge durch ein Fernrohr gesehen. Das unterste Bild war das klarste, dann folgte das mittlere, am undeutlichsten war das oberste. Es fand hier offenbar eine vorübergehende geringe Kurzsichtigkeit Statt. *Prevost* (No. 112) sah zuweilen mit seinem rechten (kurzsichtigen) Auge einen etwas entfernten Punct doppelt. Uebrigens ist dieser Gegenstand von *Steifensand* (No. 113) mit hinreichender Deutlichkeit auseinander gesetzt und durch Zeichnungen erläutert, so dass ich nur auf seine Abhandlung zu verweisen brauche.

2) Zu dieser Ansicht von der Wirkung der blättrigen Structur der Krystalllinse wurde ich durch Wiederholung des 22sten Versuches mit der Linse eines Katzenauges bestimmt, denn hier entstehen, wenn man das Papier aus dem *Focus* rückt, sogleich mehrere Bilder, die bei weiterer Entfernung des Papiers mit einander sich verbinden und einen marmorirten Fleck bilden.

Erscheinung der dunklen Striche durch Annahme von schwarzen Pünctchen im Auge oder von warzigen Unebenheiten der Hornhaut zu erklären. In der That brauchen wir aber die Ursache dieses Phänomens gar nicht so weit zu suchen, sondern es ist die helle Spalte ein nahes Object, welches dem für eine grössere Entfernung eingerichteten Auge vervielfältigt erscheint. Da, wo die dunklen Ränder der einzelnen hellen Bilder sich berühren und decken, sieht man einen dunkleren Streifen. Diese Streifen nehmen zu, je mehr sich die Bilder vervielfältigen, je näher man die Spalte dem Auge bringt. Sie nehmen an Zahl ab, und verschwinden zuletzt, je mehr man die Spalte vom Auge entfernt, d. h. je mehr man das Auge der Entfernung dieses hellen Objects anpasst.

Vers. 30. Im vorigen Versuche näherten sich beim undeutlichen Sehen die schattigen Ränder der Spalte einander, bis sie sich berührten, deckten, und an dieser Berührungsstelle sahen wir einen dunklen Streifen. Machen wir nun den Versuch, wie *Volkmann* (No. 128. S. 64) ihn nach Scheiner wiederholt hat, also umgekehrt: Man halte ein Kartenblatt, in welchem 2 kleine Löcher, 1 Linie von einander, angebracht sind, auf 12—20 Fuss Entfernung gegen den hellen Himmel, so erscheinen sie deutlich, getrennt von einander und mit scharfen Rändern. Jetzt aber nähere man das Kartenblatt dem Auge (das zum Fernsehen sich einrichtet), oder man bringe es näher als der Grenzpunct des deutlichen Sehens; dann erscheinen die beiden Löcher nicht mehr scharf begrenzt, sondern jedes wird breiter, ist wie mit Spinngewebe überzogen; endlich, etwa auf 2 Zoll Entfernung, werden die Löcher so breit, dass die Ränder übereinander greifen, und wir sehen diese Berührungsstelle heller. — Jedes der Löcher wird beim undeutlichen Sehen vervielfältigt, an der Berührungsstelle decken sich zwei jener vervielfältigten Bilder, und es erscheint deshalb diese Stelle heller.

Es ist schon zu wiederholten Malen die Frage aufgeworfen worden, ob das Auge wirklich vollkommen achromatisch construirt sei? — Manche haben die Achromasie des Auges bezweifeln wollen, wie z. B. der Engländer *Sharpe* (No. 92), und zwar deshalb, weil sich an einem nahe vor das Auge gehaltenen Gegenstande schattige und oft farbige Ränder zeigen. So sah *Purkinje* (No. 84. S. 185) bei erweiterter Pupille eine nah vor das Auge gehaltene Nadel, wenn er sie durch zwei Löcher in einer Karte betrachtete, von farbigen Rändern umgeben. Aehnliches beobachtete *Volkmann* (No. 128. S. 70). Geht man indess aufmerksam die auf diese Chromasie bezüglichen Versuche durch, namentlich ausser den angeführten die von *Hall* (No. 41), so muss man *I. Müller* vollkommen beistimmen, welcher (No. 82. S. 414) genau nachweist, wie diese Chromasie nur beim undeutlichen Sehen bestehe, das deutlich sehende Auge dagegen vollkommen achromatisch sehe. Der Streit beruht also offenbar auf einem Missverständniss, da eine achromatische Linse ausserhalb des Vereinigungspunctes der Lichtstrahlen ebenfalls farbige Säume zeigt.

Die Fähigkeit, sich nahen oder entfernten Objecten anzupassen, ist dem Auge ebenso geläufig, als das Fixiren der Bilder im Centrum der Netzhaut, oder als die Veränderung der Pupillenweite nach dem Beleuchtungsgrade (und der Entfernung) der Gegenstände. Beobachten wir nun eine vollkommne Harmonie in den Bewegungen beider Augen, so dass die Mittelpuncte ihrer Netzhäute stets nur denselben Gegenstand fixiren, so finden wir auch eine gleiche Harmonie in den Bewegungen der Iris. Ausserdem zeigt sich aber auch darin eine sehr beachtenswerthe Harmonie der Bewegungen, dass, während zur Betrachtung eines nahen Gegenstandes die Achsen beider Augen gegen einander convergiren, zu gleicher Zeit auch jedes Auge sich genau für die gegebene Entfernung anpasst. *Treviranus* (No. 129.

S. 58) bestreitet dieses zwar, indess hat *Müller* diese Harmonie schon so genau beobachtet und auseinandergesetzt (No. 82. S. 208), dass es überflüssig wäre, die Sache hier noch einmal zur Sprache zu bringen. Ich bemerke nur, dass es mir, trotz aller angewandten Mühe nicht möglich war, bei convergirenden Augenachsen das Auge zum Fernsehen einzurichten, sondern dass sich hierbei die Augenachsen stets parallel stellten. Umgekehrt konnte ich ebenso wenig bei parallelen Augenachsen das Auge fürs Nahsehen einrichten. Nur einigermaassen gelingt ersteres durch Anwendung sehr convexer Brillen, letzteres durch sehr concave, nur gibt sich dann die gestörte Harmonie in den Bewegungen des Auges sogleich durch einen heftigen Schmerz kund, der längere Zeit anhält, und dem Auge, wie man bei unpassenden Brillen zu beobachten Gelegenheit hat, sehr nachtheilig werden kann.

Zweiter Abschnitt.

Von den scheinbaren Ursachen der inneren Verändergen.

Achtes Capitel.

Findet überhaupt eine innere Veränderung Statt?

Der sicherste Beweis für ihr wirkliches Vorhandensein beim Fern- und Nahsehen ist die subjective Beobachtuug eines g l e i c h z e i t i g erscheinenden deutlichen und undeutlichen Bildes im Vers. 4[1]), so wie die entsprechende objective Beobachtung im 23sten Versuche am frischen Thierauge (und die Veränderung des Bildes im 39sten Vers.). Mit diesen Beobachtungen stimmen nun aber auch alle übrigen vollkommen überein, und die über die Grösse der Bilder angestellten Berechnungen dienen nur zum Beweise der Richtigkeit der Beobachtungen.

Es geht nun aus den Beobachtungen hervor, und der Calcül (z. B. von *Olbers* oder von *Young*) bestätigt es, das die innere Veränderung nur dadurch zu Stande kommen kann, dass die Netzhaut sich von der Linse beim Nahsehen entfernt[2]). Die vollkommene Abhängigkeit der Deutlichkeit des Sehens

---

1) Wenn *Treviranus* (No. 129. S. 53) die inneren Veränderungen läugnet, und das Nah- und Fernsehen durch abwechselnde Concentrirung der Aufmerksamkeit auf einen entfernten oder nahen Gegenstand erklären will, so bemerkt *Volkmann* (S. 111) sehr richtig dagegen, dass nicht blos der Grad der Deutlichkeit, sondern auch die Dimensionen des Objects, also auch die des Netzhautbildes sich ändert. — Bei 4″ Entf. sah ich einen 0,2‴ breiten Strich mit einem fernsehende Auge 1,2‴ breit, also war das Netzhautbild, das ursprünglich 0,023‴ breit war, beim undeutlichen Sehen 0,14‴ breit geworden. Was die weitere Wiederlegung des 11ten Capitels in Treviranus' Beiträgen betrifft, so verweise ich nur auf Volkmann.

2) *Littleton* (No. 78. S. 303) nahm an, die Dicke der Netzhaut sei so beträchtlich, dass das Bild innerhalb ihrer Substanz, je nachdem es sich näher der inneren oder näher der äusseren Oberfläche abbildet, stets an einer Stelle deutlich erscheine, dass daher also auch keine Veränderung nöthig sei — — der Widerspruch liegt hier vor Augen. Merkwürdiger ist es, dass *Simonoff* (No. 83) behauptet, die Entfernung des Punctes, in welchem sich die Strahlen beim Fernsehen von demjenigen, in welchem sie beim Nahsehen (auf 250^{mm} oder 9″ Entfernung) sich vereinigen, sei nur 0,018^{mm}, also noch in der Dicke der Netzhaut. Denn e r s t e n s kann man bis auf 4″ nah sehen und z w e i t e n s beträgt noch bei 9″ der angegebene Unterschied nach *Olbers* Berechnung mehr als 0,4^{mm}. Ob hier der Fehler in den

von der des Bildes macht die inneren Veränderungen auch ganz allein von der Stellung der brechenden Medien abhängig, so dass bei dieser Function von sogenannten dynamischen Potenzen wohl schwerlich die Rede sein kann [1]). Auf welche Weise wird nun aber dieses Abrücken der Netzhaut von der Linse zu Stande gebracht? Oder lässt sich irgend eine innere Veränderung in den Theilen des *bulbus* nachweisen, welche einen ähnlichen Erfolg hat, wie diese Entfernung der Linse von der Netzhaut? — Das sind die Fragen, welche sich die Physiologen in Bezug auf die inneren Veränderungen gestellt haben, und welche jetzt nothwendig einzeln geprüft werden müssen.

Neuntes Capitel.

Ist eine Veränderung in der Form des Augapfels möglich?

Wenn es sich nachweisen liesse, dass der Augapfel beim Nahsehen durch irgend eine Kraft in der Richtung seiner Achse verlängert würde, so könnte dadurch die Linse von der Netzhaut entfernt werden, und das deutliche Bild käme zu Stande. Es ist nur die Frage, ob sich eine Kraft der Art findet, eine Kraft, welchen den festen, gespannten Augapfel und zwar sehr regelmässig und genau zusammendrückt? — Die harte Augenhaut selbst kann sich offenbar nicht zusammenziehen [2]), da sie eine Faser-

---

Prämissen oder in der Rechnung selbst liegt, überlasse ich den Mathematikern zn entscheiden. Auffallend ist's nur, dass *Magendie* (No. 127. S. 57), einer ganz theoretischen Rechnung mehr als dem Versuche trauend, Simonoff seinen Beifall giebt. Die dem letzten Capitel dieser Abhandlung hinzugefügte Berechnung des Herrn Dr. *Senff* wird meine Behauptung vollkommen rechtfertigen.

1) Es fällt mir hierbei *Weller's* originelle Ansicht ein (No. 125. S. 225): das Umstellen des Auges habe nicht in der Gestaltveränderung der brechenden Theile seinen Grund, sondern gehe aus einem dynamischen Processe des Sehorgans hervor, wie im Gehirn das Denken naher und entfernter Begebenheiten. — *Grimm* (No. 21. S. 29) meint, es würden die Augenflüssigkeiten beim Nahsehen dichter und daher stärker brechend. *Lehot* (No. 91. S. 42) lässt, wie erwähnt, das Bild des Gegenstandes umgekehrt im Glaskörper (nicht auf der Netzhaut) entstehen. Hier wird es von durchsichtigen Nervenfäden, die von der Netzhaut aus gegen das Centrum gerichtet sind, empfunden. Indem nun beim Fern- und Nahsehen das Bild seine Stellung ändert, und andere Nervenenden afficirt, kann es immer gleich deutlich empfunden werden (!!). Dr. *Serre* (No. 107) will alle Theile des Auges auf diese Function einwirken lassen, z. B. die Augenlider durch Druck von vorn, die Augenmuskeln, den Sehnerven, der, wenn er gezerrt wird, das Auge verlängert, ferner die Jris, dann die durch ihre Ligamente bewegte Linse, endlich sind nach ihm die Membranen, welche den Glaskörper durchziehen, ebenso viele verschiedene Netzhäute.

2) *Jurin* (No. 33. § 127) meinte, es befände sich ein Muskel am Umfange der *cornea*, und *Crampton* (No. 36) suchte in der That einen solchen „Muskel" im Auge des Adlers und des Strausses nachzuweisen, der vom Rande der Hornhaut zur Innenfläche des Knochenringes gehen, und durch seine Zusammenziehung die Form der Hornhaut ändern soll, etwa so wie des Zwerchfell die Form der Aponeurose ändert. Ja, Crampton bildet diesen „Muskel" sogar ab. Untersucht man aber das Adler-Auge oder ein anderes Vogelauge, so findet sich, dass der in Rede stehende Theil nichts anderes ist, als der vordere Rand des *ligamentum ciliare*, das, nachdem es von dem *corpus ciliare* zur Innenfläche des Knochenringes hinübergegangen, von dessen Vorderrande bis zur *cornea* sich fortsetzt, und mit dieser ver-

haut ist, die durchaus weder eine musculöse Bildung besitzt, noch auch dem gelben Gewebe ähnelt. Ungleich wahrscheinlicher ist es beim ersten Blicke, dass die Augenmuskeln auf die Gestalt des Augapfels wirken. Betrachtet man ihre Lage, so könnten sie etwa, wenn man sich die hintere Fläche des *bulbus* unterstützt denkt, den vorderen Theil zurückziehen, und dadurch eine Abflachung, eine Verkürzung der Augenaxe bewirken [1]). Aber es fehlt jene Stütze; nur einige Knorpelfische (*raya* u. *squalus*) besitzen sie [2]). Die Stellung der geraden Augenmuskel am Vogelauge macht eine solche Wirkung geradezu unmöglich. Dagegen diejenigen Säugethiere, welche, wie das Pferd, der Ochse, die Katzenarten, den Augapfel vermöge des trichterförmigen Muskels bedeutend zurückzuziehen im Stande sind, dieses gerade beim Fernsehen nicht thun. Endlich ist die anpassende Thätigkeit beim Fernsehen im Zustande der Ruhe, wie sich aus dem Versuche am todten Auge ergibt; denn dieses bildet gerade entfernte Objecte deutlich ab. —

Da viele Personen, um Entferntes deutlich zu sehen, die Augenlider zusammenkneifen, so könnte es scheinen, als wirkte hierbei der *orbicularis palpebrarum* drückend auf den vorderen Theil des *bulbus*, und flache ihn ab [3]). Untersuchen wir aber die Sache genauer, so findet sich zuerst, dass der *orbicularis palpebrarum* beim Nahsehen gar nicht wirkt. Man fasse mit Zeigefinger und Daumen beider Hände die Cilien beider Augenlider, und ziehe diese vom Auge ab, so kann man nichts desto weniger fern und nah sehen. — Man lasse Jemanden einen enfernten Gegenstand ins Auge fassen, und berühre nun mit Vorsicht, aber etwas rasch seine Cilien, so weicht der *bulbus* um etwas, etwa um 0,3‴ —0,5‴ in die Orbita zurück, ohne dass ihm das Fernsehen auch nur um ein Härchen getrübt würde. — Dann kneift aber ein gutes Auge die Augenlider beim Fernsehen gar nicht zusammen, sondern es thut das nur ein kurzsichtiges, und zwar nur deshalb, um einen schmalen Spalt zu bilden, und vermöge dieser Vorrichtung deutlicher zu sehen. Man halte den Zeigefinger und den dritten Finger an einander, und bilde auf diese Weise einen Spalt, nun halte man diesen Spalt dem kurzsichtigen oder dem zum Nahsehen eingerichteten Auge vor, ohne es zu berühren, so werden die Gegenstände ebenso deutlich gesehen, wie durch Zusammenkneifen der Augenlider, d. h. in der Richtung von oben nach unten — ein horizontaler Strich erscheint nicht mehr schattig — dagegen nicht deutlich in der Richtung zur Seite — ein perpendiculärer Strich bleibt also undeutlich. S. Vers. 12.

---

schmilzt. Dieser Theil wurde schon von *Perrault* beschrieben, von *Home* elastisches Band genannt. Die Abbildung *Crampton's* ist so oberflächlich und grob, so wenig naturgemäss, seine Beschreibung so unbestimmt, dass man nicht weiss, ob man sich mehr über die Dreistigkeit wundern soll, mit welcher diese Beschreibung zur Erklärung einer Funtion benutzt wurde, oder über die Leichtgläubigkeit Derer, welche *Crampton* nachschrieben. Sein Aufsatz wurde aber durch drei gelesene Zeitschriften in Deutschland bekannt gemacht zu einer Zeit, da man über die inneren Veränderungen noch sehr vage Ansichten hatte, und sich noch wenig mit der Anatomie des Vogelauges beschäftigte. — Es verhält sich ebenso mit den Muskeln, die Herr *Ramsonn* (No. 142) in der Sclerotica des Wallfisch-Auges entdeckt haben will, und die in der That nur starke, die harte Augenhaut durchbohrende Gefässe sind. Ueber den Crampton'schen Muskel siehe das Nähere im 16ten Capitel.

1) Nach *Haller's* Zeugniss (No. 13. S. 511) brachte *Molinette* zuerst diese Ansicht vor; später vertheidigten sie unter Anderen *Briggs*, *Verheyn*, *le Cat*, *Sturm* (No. 63), *Walther* (No. 75) und Andere.

2) *Home* (No. 24. S. 445) will auf diese Weise die Fähigkeit des Fischauges, sich zu verändern, nachweisen.

3) Dieses behaupteten *Monro* (No. 37) und *Himly* (No. 71).

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich die Unwahrscheinlichkeit, dass, wenn etwa die Muskeln auf Compression des Augapfels hinwirken sollten, dieses beim Fernsehen geschehen könne. Es wäre demnach zu untersuchen, ob sie nicht etwa beim Nahsehen wirkten. Es scheint plausibel, dass die geraden Augenmuskeln, indem sie sich im Vereine zusammenziehen, den Augapfel an ihren Anheftungspuncten zusammenschnüren, und also verlängern[1]). Es scheint ferner diese Ansicht darin eine Bestätigung zu finden, dass bei mehreren Säugethieren, insbesondere aber beim Seehunde[2]) die Sclerotica gerade an der Anheftungsstelle der Muskeln sehr dünn, also — schliesst man — auch besonders compressibel ist. Bei den Vögeln könnten bei der Compression die einzelnen Schuppen des knöchernen Ringes sich über einander schieben[3]), und also den *bulbus* schmäler und länger machen. *Home* (No. 24. S. 36) suchte nun ausserdem noch diese Ansicht durch Versuche sicherer zu begründen. Nachdem er nämlich *Hunter* darin beigestimmt, dass die Muskeln nicht unmittelbar auf den *bulbus* wirken, meint er dennoch, sie seien im Stande, ihn so zusammenzupressen, dass die Cornea in der Mitte convexer werde. Er stützt sich hierbei auf Hunter, welcher die geraden Augenmuskeln nebst dereñ flachen Sehnen mit der oberflächlichen Schicht der Hornhaut im Zusammenhange abpräparirte, und diese für die sehr elastiche Fortsezung der Muskelsehnen erklärte. *Olbers* (No. 21. S. 30) gibt hierbei an, der *radius* der Hornhaut habe sich von 0,333 (beim Fernsehen) nur auf 0,273 (beim Nahsehen) zu verändern, der *bulbus* müsse gleichzeitig sich um $\frac{1}{2}$ Linie verlängern, was durch den Druck der Muskeln leicht geschehen könne[4]).

---

1) *Haller, Boerhaave* folgend, sagt (No. 14. S. 121): „*musculis rectis totus oculus aliquanto longior fit ad objecta propiora; fateor, hanc mutationem exiguam esse, videtur tamen omnino cornea mutari in arcum minoris sphaerae et oculum accomodari, ut radios magis refringat.*" (Bald darauf widerspricht er sich indess, indem er angibt (S. 143): „*qui vult in mari velum distinguere, non poterit nisi quatuor musculis rectis oculum ita compresserit, ut eius pars anterior convexior fiat — hinc fatigatur oculus —*"). Diese Ansicht theilen *Buffon* (No. 15. S. 331), *Olbers* (No. 21 § 43), *Meckel* (No. 74. S. 369), *Parrot* (No. 16. S. 434). Sie ist überhaupt in den physiologischen, ophthalmologischen und physikalischen Compendien die am häufigsten angenommene, allgemeinste. So z. B. führen *Petitpierre* (No. 114. S. 38) u. *Poppe* (No. 126. S. 153) sie an.

2) Diesen Bau der Sclerotica kannte schon *Haller* (No. 13. S. 355). Ebenso bemerkte *Zinn* (No. 68), dass bei verschiedenen Thieren der hintere Theil der Sclerotica dicker sei, bei Hunden und Katzen aber diese Haut bis auf die Anheftungsstelle der Muskeln, welche dicker ist, eine ziemlich gleiche Dicke zeige. Indess beschrieb *Blumenbach* (No. 124. S. 22) zuerst die verschiedene Dicke der Sclerotica beim Seehunde genauer, und schloss daraus, weil der Seehund als Wasserthier sein Auge bedeutender verändern muss, auf eine Compression des *bulbus* beim Nahsehen (siehe auch No. 20. S. 45 u. fig. 2). *Carus* (No. 17. S. 289) stimmte ihm bei, und *Rudolphi* (No. 29. S. 9), indem er auf eine ähnliche Bildung beim Pferde und anderen Säugethieren hinwies, machte die Ansicht noch wahrscheinlicher. Auch *Tyson, Albers, Lobstein* vertheidigten diese Wirkungsart der Muskeln (No. 132. S. 532); ebenso *Arnold* (No. 131. S. 38).

3) Diese Ansicht stammt von *P. Schmidt* her, welcher sie durch folgende Beschreibung (No. 23. S. 205) wahrscheinlich zu machen sucht: „Ueber die Schuppen des Knochenringes breiten sich sehnenartige Fasern aus, die sich zuletzt in die vier Muskeln des Auges endigen. Durch Zusammenziehung dieser Muskeln wird in den Schuppen eine Bewegung hervorgebracht — — dadurch wird der Umfang der Sclerotica kleiner, und die Hornhaut nach vorn gedrückt und convexer." *Olbers* stimmt Schmidt bei (No. 21. § 57). *Albers* sagt (No. 18 S. 105): ziehen sich die vier geraden Augenmuskeln zusammen, so pressen sie den Glaskörper, der seitswärts nicht ausweichen kann, nach vorn; zugleich weicht auch der hintere Theil des Auges, welcher von den Muskeln nicht bedeckt ist, zurück. Die Folge ist, dass die Linse nach vorn gedrückt, und die Hornhaut convexer wird. *Home* (No. 24. S. 440) meint, dass sich hierbei die einzelnen Schuppen des Knochenringes von einander geben, dass dagegen beim Fernsehen der Kamm wirke.

4) *Maunoir* (No. 108) stimmt Home bei, indem er ausserdem noch die Wirksamkeit der Pupillenweite beim Fern-

Es scheint bei Betrachtung der Lage der schiefen Augenmuskel nicht minder annehmlich, dass diese, welche von oben und unten her den *bulbus* umfassen, und gegen den inneren Augenwinkel drücken, ihn hierbei comprimiren und verlängern [1]).

Wir wollen demnach jetzt untersuchen, ob eine der angeführten Compressionen des *bulbus* durch die Muskeln möglich, nachweisbar und wirksam ist? —

Vor allen Dingen ist gegen die in Rede stehende Ansicht das geltend zu machen, dass die Verlängerung des Augapfels beim Nahsehen ebenso wenig wie die vermehrte Krümmung der Hornhaut je beobachten worden ist. Unterwerfen wir, um dieses zu beweisen, *Home's* so lange für entschiedend gehaltenen Versuch (No. 24 S. 40) einer genaueren Prüfung. Home stellte denselben mit Herrn Ramsden und Englefield so an, dass einer von ihnen seinen Kopf in der viereckigen Oeffnung eines Bretes befestigte. Zur Seite dieser Oeffnung war ein Vergrösserungsglas angebracht, welches die vorragende Hornhaut des einen Auges zum Objecte hatte. „Durch dieses, heisst es weiter, sah man zwei krumme Linien sehr deutlich, und die Stelle, welche in dem Mikroskope die innere schien, war offenbar die erhaben hervorragende Fläche der Hornhaut.“ Der Beobachtete richtete nun das Auge durch eine Oeffnung in einer Kupferplatte abwechselnd nach einem entfernten Gegenstand und nach der kleinen Oeffnung selbst. So oft dieses geschah „trennten sich die krummen Linien von einander; das Mikroskop musste von dem Gegenstaude entfernt werden, sobald das Auge des Mannes sich für den näheren Abstand einrichtete, und näher gebracht werden, sobald es nach dem entferntern hinsehen wollte.“ Hierauf brachten die Beobachter, nachdem sie sich von der Lage der Hornhautwölbung vollkommen überzeugt hatten, einen Mikrometerfaden an, und bemerkten, dass „die Oberfläche der Hornhaut in einer Linie mit dem Mikrometer blieb, wenn das Auge nach dem entfernten Gegenstand hinsah, aber beträchlich ausfiel, sobald es sich nach dem näheren Gegenstande richtete"; und dass „der Raum, durch welchen es sich bewegte, auf $\frac{1}{800}$ Zoll geschätzt werden konnte" (No. 24. S. 44). Um nun auch zu beweisen, dass die Hornhaut überhaupt ausdehnbar sei, schnitt Home ein Stück derselben, das $\frac{1}{8}$ breit und $\frac{1}{20}$ Zoll lang war, aus, liess jederseits etwas von der Sclerotica daran, legte dieses Stück über ein mit einer Scala versehenes Glas, und bemerkte nun, dass wenn man an der Sclerotica zog, sich dieses Hornhautstückchen um $\frac{1}{11}$ seiner Länge ausdehnen liess.

Die von demselben Beobachter angestellten Versuche, um zu ermitteln, ob die Grösse eines von der Hornhaut zurückgeworfenen Bildes sich beim Nah- und Fernsehen verändere, sind noch ungleich unvollkommner, und geben nur ein negatives Resultat. Home beobachtete nämlich zuvor den Grössenunterschied der Bilder eines Spiegels, der $\frac{4}{10}$ Z. Focalweite, und eines, der $\frac{408}{1000}$ Focalweite besass, und vermochte diesen Unterschied mittelst des Ocularmikrometers eines Mikroskops nur eben noch wahrzunehmen. Hierauf stellte er die Beobachtungen am Auge an, und da diese beim Nah- und Fernsehen die Veränderung in der Grösse des Hornhautbildes sehr zweifelhaft machten, fügt er folgendes Raison-

---

u. Nahsehen annimmt. *Heermann* (No. 141) gibt ebenfalls Home Recht, findet aber ausserdem die Wirkung der *processus ciliares* probabel. Ebenso erklärt sich auch *Eggert* (No. 140. S. 364) für Home.

1) *Haller* (No. 13. S. 512) nennt Briggs, Rohault, Taylor, le Moine (No. 35. S. 4) u. A. als Vertheidiger dieser Ansicht. Auch neuerlich finden wir Mehrere, die sich nebenher dafür erklärten, wie Beer, Weller etc. — *Walther* (No. 75. § 1) meinte, die schiefen Augenmuskel wirkten beim Nahsehen, die geraden beim Fernsehen.

nement hinzu: „eine geringere Veränderung (als die Bilder der beiden Spiegel) konnte also am Auge ebenso wenig wahrgenommen werden, und wenn man die Beweglichkeit des Organs, die Kürze der Zeit und die Bewegungen des Kopfes in Erwägung zieht, so — darf man wohl mit vielen Wahrheitsgründen annehmen, dass eine gleich grosse, aber nicht deutlich zu bemerkende Veränderung in der Hornhaut vorgehe. Mehr konnte also die Veränderung in der Krümmung der Hornhaut nicht betragen, als $\frac{1}{1600}$ eines Zolls; denn jede ansehnlichere Grösse würde man an dem Mikrometer genau haben beobachten können; und — das ist schon ein grösseres und vollkommneres Resultat, als wir durch unsre ersten Versuche, welche $\frac{1}{800}$ eines Zolls angeben, zu leisten im Stande waren." Diesen Beobachtungen fügt Home noch den Versuch an dem Augapfel menschlicher Leichen hinzu. Er präparirt ihn nämlich rein heraus, macht eine Oeffnung im Mittelpunct des Sehnerven, und bläst ihn auf; wobei sich ergab, dass durch eine solche Ausdehnung der Querdurchmesser im Verhältniss von $17\frac{3}{4} : 17\frac{1}{2}$ abnahm, dagegen der Längendurchmesser im Verhältniss von $17 : 17\frac{1}{2}$ zunahm (No. 24 S. 422).

Dieses sind die bei der Function des Fern- und Nahsehens bisher so sehr beachteten Versuche Home's. Jeder, der sie aufmerksam durchgeht, wird zunächst in Betreff der Ausdehnung der Hornhaut oder des ganzen Augapfels zugeben, dass der Versuch, durch Aufblasen nach dem Tode diese zu bewirken, durchaus keinen Beweis liefere für ein ähnliches Verhalten im Leben. Ferner muss anerkannt werden, dass die Vermehrung in der Krümmung der Hornhaut um $\frac{1}{1600}$ Zoll nur gemuthmaasst und willkührlich angenommen, gar nicht beobachtet worden ist. Es bleibt also als wirklich beobachtet und vermessen nur das Vorrücken der Hornhaut um $\frac{1}{800}$ Zoll übrig. Aber auch hier erregt das sehr geringfügige Resultat bei der nicht zu vermeidenden Ungenauigkeit des Versuchs den grössten Zweifel. Home sagt (S. 42): die geringste Bewegung des Kopfes brachte die Hornhaut aus dem Felde des Mikroskops, der Beobachtete musste daher, um ein Zeichen zu geben, die Knie des Beobachters mit der Hand berühren. Wenn also schon die geringste Bewegung des Kopfes die Hornhaut sogar aus dem Felde des Mikroskops bringen konnte, wie leicht musste da nicht ein so unbedeutendes Vorschieben zu Stande kommen; zumal wenn man bedenkt, dass beim Einzwängen des Kopfes in die viereckige Oeffnung doch immer noch bewegliche Theile: die *galea*, der *occipitalis, frontalis, temporalis, masseter* den Rand der Oeffnung berührten, und also mit dem ganzen Kopfe auch die Hornhaut leicht vorrücken konnten. Insbesondere verdient es bemerkt zu werden, dass der *frontalis* und *corrugator superciliorum* beim Sehen in die Ferne mässig zuckt, wodurch natürlich ein geringes Zurückweichen des Kopfes und somit auch der Hornhaut beim Fernsehen, oder ein Vortreten beim Nahsehen hervorgebracht wird. Ausserdem geht aus dem Versuche hervor, dass die Achse des *bulbus* nicht durchaus unbeweglich und unverrückt blieb, denn der Beobachtete richtete sein Auge abwechselnd nach dem entfernten Objecte und nach der Oeffnung, also offenbar nach dem Rande der Oeffnung, wobei eine veränderte Achsenstellung nothwendig war, und also ein scheinbares Vorrücken der Hornhaut leicht Statt finden konnte. Ich wiederholte den Home'schen Versuch in folgender Weise.

Vers. 31. Ein junger Mann, 23 Jahre alt, nah und fern gleich deutlich sehend, stellte sich an das Fenster, stützte sein Knie auf eine feste Unterlage, die Nase an die Fensterscheibe selbst. Zur Seite brachte ich ein Glas-Mikrometer und eine Loupe zur Beobachtung der Hornhaut an. Nun fasste er zwei genau in der Achse des Auges liegende, sich einander deckende Puncte auf, davon der eine in der Aussenscheibe des doppelten Fensters 7″, der andern etwa 30′ vom Auge entfernt war. Als

ich ihn nun in die Ferne sehen hiess, sah ich die Hornhaut deutlich zurücktreten, dagegen trat sie beim Nahsehen vor, und der Unterschied betrug etwa 0,3‴ — 0,6‴. Hierauf liess ich ihn anhaltend in die Ferne sehen, und bemerkte nichts desto weniger jenes Vortreten und Zurückweichen. Alsbald ergab sich, dass der Grund dieser Bewegung in der Athmung zu suchen sei, indem wir gewöhnlich beim Einrichten des Auges zum Nahsehen einathmen, beim Blicken in die Ferne ausathmen. Da nun aber der Athem angehalten wurde, sah ich bald gar keine Veränderung beim Fern- und Nahsehen, bald aber eine sehr unregelmässige; es trat nämlich, sowohl beim Nahsehen, als beim Fernsehen, die Hornhaut um 0,2‴ — 0,3‴ vor. Den Grund dieser neuen Störung nach Eliminirung der Athmungsbewegung fand ich alsbald in dem Drucke, den der *orbicularis palpebrarum* ausübt. Um mich vollkommen hiervon zu überzeugen, berührte ich leise die Cilien, und sah nun jedesmal den *bulbus* um 0,3‴ — 0,6‴ zurückgedrängt werden. Als nun auch diese Verschiebung durch eine gleichmässige Eröffnung der Augenlider vermieden wurde, bemerkte ich bei einer siebenfachen Vergrösserung durchaus keine Veränderung in der Stellung der Hornhaut.

Ich glaube, dass hierdurch hinreichend erwiesen worden ist, es habe *Home* eine Veränderung in der Form des *bulbus* nicht beobachtet. *Young*, der die Home'schen Versuche mit ungleich grösserer Genauigkeit wiederholt hat (No. 40), so dass ihm eine Veränderung des Hornhautradius um $\frac{1}{270}$ seiner Länge nicht hätte entgehen können, bemerkte aber auch nicht einmal diese, während sich doch aus seinem Calcul ergibt, dass sich der Radius um $\frac{1}{5}$ hätte verkürzen müssen, um deutliches Nahsehen hervorzubringen. *Treviranus* (No. 132. S. 514) bezweifelt ebenfalls die Beweiskraft des Home'schen Versuchs.

Der zweite Einwand gegen die Wirkung der Muskeln ist, dass die Structur des *bulbus* durchaus nur eine sehr geringe, nie eine hinreichende Compression zulässt. Man betaste den *bulbus* eines Lebenden — er weicht eher aus der Lage, als dass er einen Eindruck annimmt. Ebenso gleich nach dem Tode, sobald dieser gewaltsam, plötzlich, nicht nach bedeutenden Blutverlusten eintrat; und zwar verhält sich der Augapfel der verschiedensten Thiere im Leben wie gleich nach dem Tode hierin in ganz gleicher Weise; beim Pferde, Rinde, Schafe, Schweine, Hunde, bei der Katze, beim Seehunde, bei Hühnern, Eulen, Habichten, bei Fischen — überall fand ich den Augapfel prall, gespannt, nur eine leichte Vertiefung annehmend. Ich konnte keinen anderen Unterschied wahrnehmen, als dass der *bulbus* grösserer Thiere sich um ein Geringes mehr eindrücken liess, als der kleinerer Geschöpfe. Wie die von *Blumenbach* wieder in Anregung gebrachte eigenthümliche Structur der *sclerotica* diese vorgebliche Compression erleichtern soll, ist nicht leicht einzusehen, da, wie auch *Treviranus* (No. 132. S. 533) bemerkt, zur Erleichterung der Verlängerung vielmehr der hintere Theil des Augapfels dünner sein müsste. Auch ist nicht einzusehen, warum die obengenannten Thiere, welche einen so construirten Augapfel besitzen, vorzugsweise nah und fern sehen sollten, alle übrigen aber nicht[1]). Um die Ansicht *Schmidt's* und *Olber's*, dass sich der Knochenring der Vögel zusammendrücken lasse, zu

1) Mir scheint der Grund, weshalb die *sclerotica* bei manchen Thieren im Umfange dünner als vorn und hinten gebildet ist, in der bedeutenden Entwicklung des *bulbus* zu liegen, bei gleichzeitig verhältnissmässig enger Augenhöhle.

beurtheilen, braucht man diesen nur einmal herauspräparirt zu haben. Die einzelnen sogenannten Schuppen dieses Ringes greifen so fest ineinander, die Faserhaut liegt aussen wie innen so dicht an, dass eine Verschiebung derselben durchaus unmöglich ist, dass aber auch einer Compression viel zu sehr Widerstand geleistet wird, als dass sie von so kleinen Muskeln ausgeführt werden könnte, wie das Vogelauge sie besitzt. Schon *Haller* (No. 13. S. 515) macht auf die Unmöglichkeit einer Compression dieses Knochenringes aufmerksam, und meint, eben weil er da ist, könnte eine Compression durch die Muskeln, wäre sie überhaupt denkbar, nur den hintern Theil der *sclerotica* nach vorn drängen, also gerade die Netzhaut der Linse nähern — eine Veränderung, die, da das Auge im unveränderten Zustande zum Fernsehen eingerichtet ist, gerade das Gegentheil der erforderten Wirkung hervorrufen würde. Wenn *Treviranus* meint, dass weit eher durch die Muskeln der Nickhaut eine Zusammendrückung des *bulbus* von vorn nach hinten möglich wird (No. 132. S. 534), so gilt hiergegen derselbe Einwurf ausserdem, dass diese Muskeln, ehe sie zur Compression des *bulbus* kämen, zuvörderst die Nickhaut hinüberziehen müssen, was wir weder beim Nah- noch beim Fernsehen ausschliesslich beobachten [1]), sondern sowol beim Nah- als beim Fernsehen.

Bei den Fischen meint *Home* (No. 24. S. 445) werde durch Zurückziehen des *bulbus* mittelst der Muskeln gegen den Widerstand leistenden knorpligen Stiel eine Compression zu Stande gebracht. Es bilden aber zwei grosse gewölbte Schuppen, die an beiden Seiten zwischen den Lamellen der *sclerotica* liegen, das Gerüste des Fischauges. Wirken nun hier die geraden Augenmuskeln, so können sie weder den Augapfel von der Seite her zusammendrücken, da sie ihn ja zurückziehen, noch auch ihn verkürzen, da die Schuppen widerstehen [2]). Ueberhaupt sagt *Home* zur Erhärtung seiner Ansicht (No. 24. S. 48): „die Muskeln des Auges könnten den Augapfel nicht in die Augenhöhle zurückziehen, müssten ihn daher comprimiren" — gerade weil sie gewöhnlich nicht einmal so stark wirken, dass sie das weiche Fett der *orbita* zur Seite drängen, ist eine kräftigere Wirkung, wie die Compression sie verlangt, nun ganz unstatthaft.

Drittens spricht gegen die Möglichkeit einer Zusammendrückung des Augapfels durch die Muskeln ihre Lage. *Müller* (No. 82. S. 108) und *Volkmann* (No. 128. S. 141) haben zwar den innigen Zusammenhang, in welchem die Achsenstellung beider Augäpfel mit den innern Veränderungen steht, nachgewiesen und ausführlich auseinandergesetzt, so dass man hiernach den Verein beider Functionen in denselben Organen, den Augenmuskeln, vermuthen könnte. Es würde aber diese Ver-

---

1) *Treviranus* (No. 139. S. 53) wollte späterhin dennoch in der Nickhaut ein nur den Vögeln zukommendes Organ zum Nahsehen gefunden haben, indem durch dasselbe die Brechung der Strahlen hinreichend (??) verändert würde. Abgesehen aber davon, dass auch den Thieren ohne Nickhaut, dass insbesondere dem Menschen diese Fähigkeit zukommt, widerlegt schon die einfache Erfahrung diese Ansicht, dass die Vögel gar nicht beim Nahsehen die Hornhaut anhaltend bedecken, sondern jene Haut nur gleich den Augenlidern rasch hinüber- und zurückziehen. Diese Ansicht kann auch nur insofern Interesse gewähren, als sie von dem Scharfsinne des Mannes zeigt, da, wo so Viele sich versucht haben, doch noch etwas Neues herauszufinden.

2) *Treviranus* (No. 132. S. 540) bringt hier wieder eine ganz besondere Ansicht vor, dass nämlich das drüsenartige röthliche zwischen *chorioidea* und *sclerotica* im Fischauge belegene Organ beim Nahsehen anschwelle, und die Netzhaut der Linse nähere. Dieses setzte aber eine Schnelligkeit des Turgescirens voraus, wie wir sonst kein Beispiel in der thierischen Oekonomie kennen.

muthung nur dann statthaft sein, wenn wir ausschliesslich die gerade vor uns liegenden Gegenstände deutlich nah und fern sähen. Wir vermögen dagegen auch dann das Auge anzupassen, wenn es nach oben, unten oder zur Seite gerichtet ist, wobei die Stellung der Muskeln zur Längenachse des Augapfels sich so sehr verändert, dass alle Compressions-Constructionen hieran scheitern müssen.

Viertens. *Volkmann* setzt aus verschiedenen Beobachtungen, Messungen und Constructionen mit der grössten Klarheit auseinander (No. 128. S. 71 u. 175), wie sich der Augapfel genau um einen Punct dreht, und wie aus der geringsten Verschiebung dieses Centrums sogleich ein Doppelsehen hervorgehen muss.

Der eben vorgelegte dritte und vierte Einwand spricht besonders gegen die Wirkung der schiefen Augenmuskeln, welche, wenn sie auf Compression hinwirken sollen, den Augapfel nothwendig aus seiner Achse rücken müssen, während sie bei einer Richtung der Sehachse nach aussen die Compression gar nicht ausüben können.

Uebrigens haben die schiefen Augenmuskeln in der That eine ganz eigenthümliche, bisher entweder ganz übersehene oder für unnütz erklärte Function (*Le Moine*, No. 35. S. 4). Sie drehen nämlich den Augapfel um seine Achse; der obere dreht ihn nach innen, der untere nach aussen (in derselben Richtung wie die ausgestreckte Hand bei der Pronation nach innen, bei der Supination nach aussen gedreht wird), sie wenden nicht, wie z. B. *Weber* (No. 118. P. II. S. 342) und *Krause* (No. 148. S. 427) gleich den meisten übrigen anatomischen Handbüchern angeben, die Pupille oder die Augenachse nach abwärts auswärts, oder aufwärts einwärts, denn das thun ja ohnehin der äussere und untere, oder der innere und obere gerade Augenmuskel. Diese Rotationsbewegung ist leicht wahrzunehmen, sobald man die zu beobachtende Person den Blick auf einen gerade vor dem Gesichte befindlichen Punct unverwandt heften lässt, und sie nun den Kopf nach der einen oder der andern Seite neigt. Fasst man nämlich hierbei ein kleines Gefäss in der Bindehaut am äussern Hornhautrande ins Auge, so bemerkt man, dass es beim Neigen des Kopfes auf diese Seite seine Stellung zum äussern Augenwinkel nicht beibehält, sondern sich hebt, dagegen beim Neigen des Kopfes auf die entgegengesetzte Seite sich senkt, dass also die Querachse des Augapfels gegen die Querachse der Augenhöhle sich verändert hat. Ich habe dieselbe Rotation des Augapfels um seine Längenachse bei Thieren beobachtet. Man erkennt sie besonders deutlich bei der Katze an der veränderten Lage der ovalen Pupille. Der Nutzen dieser rotirenden Bewegung ergibt sich leicht aus der von *Müller* nachgewiesenen (No. 82. S. 167) genauen Correspondenz der innern Hälfte einer Netzhaut mit der äusseren Hälfte der anderen. Diese Correspondenz erfordert nämlich eine stete genaue Uebereinstimmung der senkrechten Trennungslinie beider Hälften des einen Auges mit derselben Linie des anderen Auges. Wären nun die geraden Augenmuskeln allein vorhanden, so würde dadurch die Stellung beider Augäpfel in Bezug auf die Correspondenz der beiden Trennungslinien nicht gesichert, und die geringste Störung dieser Correspondenz würde Doppelsehen hervorbringen. Die schiefen Augenmuskeln dienen nun dazu, bei den verschiedenen Lagen der Augäpfel jene Trennungslinien stets mit einander parallel zu erhalten. Und indem wir uns bemühen, diese Richtung immer wieder herzustellen, erhalten wir eine sichere Vorstellung davon, ob eine Linie genau senkrecht stehe, gleich wie wir durch Bewegung des Augapfels mittelst der geraden Augenmuskeln eine Vorstellung von der Lage und Richtung der Objecte überhaupt erlangen.

Der fünfte Einwand gegen die Möglichkeit einer Zusammendrückung des Augapfels betrifft die Function desselben. Diese ist, die zarte Nervenhaut mittelst Flüssigkeiten ausgespannt zu erhalten. Ein angebrachter Druck stört diese Function, denn indem er sich an den Wänden der ausgespannt erhaltenen Kugel vertheilt, wirkt er nachtheilig auf die Netzhaut, somit auf das Sehvermögen selbst, ist daher durchaus ganz unstatthaft. *Purkinje* hat gezeigt (No. 38), welche heftige Lichterscheinungen in Folge des Druckes auf den *bulbus* entstehen, und zwar erfolgen diese sowol, wenn man ein stumpfes Instrument dazu anwendet, als wenn man etwa einen Kork nach der Form des Augapfels aushöhlt, und diesen hiermit presst. Ja wird auch nur ein leiser Druck anhaltend fortgesetzt, so erfolgt ein äusserst empfindlicher anhaltender Schmerz und Trübung des Sehvermögens — während wir doch stundenlang zu lesen im Stande sind, ohne die geringsten Schmerzen zu empfinden. Nun bewirkt aber auch nicht einmal die stärkste Compression eine zum Nahsehen hinreichende Veränderung, wie gleich zu zeigen — kann sie daher also auch wol irgend Statt finden?

Durch die hier vorliegenden Einwände bemühte ich mich zu zeigen, dass die Zusammendrückung des Augapfels durch die Muskeln weder irgend wahrscheinlich noch selbst möglich sei. Es kann nun aber auch erwiesen werden, dass, auch wenn sie Statt fände, sie dennoch zur Ausführung der in Rede stehenden Function nicht hinreichen würde.

Vers. 32. Herr *S.* richtete das rechte Auge auf einen entfernten etwas nach links zu befindlichen Gegenstand, und brachte einen nahen in die Augenachse. Hierauf drückte ich mit dem ausgehöhlten Kork den Augapfel von aussen her gegen die innere Augenhöhlenwand. Es wurde hierbei der entfernte Gegenstand allerdings etwas undeutlicher, aber das Auge war so wenig optisch verändert worden, dass ein 4 bis 5 Fuss entferntes Object noch deutlich gesehen werden konnte. Bei Wiederholung dieses Versuchs mit verschiedenen etwas kurzsichtigen Personen zeigte sich die Veränderung im deutlichen Sehen je nach der Entfernung des Fernpunctes sehr verschieden, jedoch stets sehr gering. Während dieses Drucks konnten übrigens die inneren Veränderungen zum Fern- und Nahsehen ungestört ausgeübt werden; den Versuch kann man aber nicht lange fortsetzen, ohne, wie erwähnt, die heftigsten Affectionen des Gesichts hervorzurufen.

Vers. 33. Ich wählte zu dem 23. Vers. das Auge einer Schnepfe, das ich sogleich nach Tödtung des Thieres so rasch als möglich herauspräparirte. Das Bild eines entfernten Gegenstandes, z. B. des Fensters, bildet sich hier sehr deutlich ab, während ein naher undeutlich erscheint. Jetzt legte ich ein 2‴ breites Band quer um den Augapfel, dicht hinter dem Knochenringe, machte eine Schlinge, und, indem ich diese mit Kraft zuzog, bewirkte ich eine bedeutende Compression des Augapfels von der Seite her. Aber dessenungeachtet veränderte sich die Deutlichkeit des Fensterbildes nicht im Geringsten. Dasselbe that ich an einem Katzenauge, und auch hier gelang es mir durchaus nicht, irgend eine Compression zu bewerkstelligen, noch auch eine messbare Verlängerung hervorzurufen. Erst nachdem die Häute 2 bis 3 Stunden nach dem Tode ein wenig erschlafft waren, gelang es mir durch strafferes Anziehen der Schlinge den Augapfel bei der Katze um 0,4‴, bei der Schnepfe um 0,2‴ zu verlängern. Jetzt erschien das Bild des Fensters ein wenig undeutlicher, aber ein naher Gegenstand ebenfalls — erst als ich diesen bei der Schnepfe auf 20 Zoll, bei der Katze auf 2 Fuss 6 Zoll entfernte, ward sein Bild deutlich. Die Anwendung von convexen und concaven Gläsern setzte die optischen Veränderungen des Augapfels ausser Zweifel. Ich liess die Augen noch 3 Stunden liegen, und

wiederholte den Versuch, jetzt erschien aber das Bild verzerrt und trübe, und somit erwies sich die Zusammendrückung des Augapfels selbst bei erschlafften Häuten als durchaus unzureichend zur Veränderung beim Nahsehen.

Dass die Zusammendrückung des Augapfels selbst bei erschlafften Häuten nicht zur deutlichen Darstellung des Bildes eines nahen Gegenstandes hinreicht, zeigen nun auch die von *Camper*, *Olbers* und *Young* angestellten Berechnungen. *Camper* (No. 55. S. 297) gibt an, dass der Augapfel um $^1/_{10}$ seines Längendurchmessers verlängert werden müsste, wenn das Bild des nahen Objects deutlich werden soll. *Olbers* (No. 21. S. 27) fand, dass der Augapfel um 0,124″, also etwa um $^1/_7$ verlängert werden müsste. *Young* (No. 40) gibt an, dass wenn die Veränderung in einer grösseren Wölbung der Hornhaut bestände, der Radius dieser um $^1/_5$ sich hätte verkürzen müssen.

Um nun aber die Unabhängigkeit der innern Veränderungen von der Wirkung der Augenmuskeln völlig ausser Zweifel zu setzen, brauche ich nur auf die Versuche mit dem Bilsenkrautextracte zu verweisen. Vers. 36. Denn es lähmt dieses Mittel jene Anpassungsfähigkeit mehr oder weniger vollkommen, während dennoch der Augapfel mit derselben Schnelligkeit, Sicherheit und Kraft nach allen Richtungen bewegt und fixirt werden kann. (Auf diese Beweglichkeit achtete ich bei Anstellung des Versuches ganz vorzüglich.) Hier sind offenbar die Muskeln gar nicht afficirt, also kann in ihnen nicht der Grund jener Thätigkeit gesucht werden. — Ebenso wenig hat man in den freilich selten beobachteten Fällen von plötzlicher Kurzsichtigkeit [1]) und plötzlicher Fernsichtigkeit [2]) eine Affection der Augenmuskeln wahrgenommen, vielmehr blieb der Augapfel vollkommen beweglich wie bisher.

Durch das so eben Auseinandergesetzte glaube ich erwiesen zu haben, dass e r s t l i c h die Veränderung in der Form des Augapfels nicht beobachtet worden ist; dass z w e i t e n s eine solche Veränderung sowol der Structur des Augapfels unangemessen, als auch der Lage und Anheftung der Muskel nach unmöglich ist; dass d r i t t e n s die Veränderung in der Form des Augapfels nicht hinreicht, um die Lage der brechenden Theile so zu modificiren, dass von einem nahen Objecte ein deutliches Bild entsteht, dass endlich v i e r t e n s die innern Veränderungen in der That völlig unabhängig von der Thätigkeit der Muskeln bestehen.

---

1) *J. Ware* (No. 69. S. 253) kannte zwei junge Leute, die nach dem Nervenfieber plötzlich kurzsichtig geworden waren. *Beer* (No. 27. S. 103) erzählt ein Beispiel von einem hypochondrischen Manne, welcher öfter auf 6 Zoll kurzsichtig wurde, indess hielt dieses Uebel selten über einen Tag an. Da die Bewegung der Augen hierbei ungestört war, so musste das Uebel durch einen Krampf in dem Organe, welches das Nahsehen bewirkt, entstanden sein. Ein praktischer Arzt theilte mir aus seiner Praxis eine Beobachtung an einer Wöchnerin mit, welche durch eine schwere Geburt plötzlich kurzsichtig wurde ohne Störung in der Bewegung der Augen, und die dieses Uebel bald wieder ganz verlor. Ein Anderer sah dieses Uebel bei zwei jungen Leuten nach anhaltendem angestrengtem Nahsehen in Verbindung mit starken Congestionen nach dem Kopfe entstehen. *Buffon* (No. 72. S. 330) sah einen jungen Mann auf ein kaltes Bad plötzlich kurzsichtig werden. Ein ähnlicher Fall ist No. 73. S. 216. erwähnt.

2) *Wells* (No. 42. S. 128) beobachtete dieses nach einem Thränenflusse gleichzeitig mit einem Gefühl von Schwere im Vorderkopfe und mit E r w e i t e r u n g der Pupillen. Mit einer Brille konnte der Kranke ohne Mühe lesen, bewegte also das Auge ungestört.

Zehntes Capitel.

Reicht die Erweiterung und Verengerung der Pupille zur Erklärung des Nah- und Fernsehens hin?

Da eine äussere Kraft, welche die Form des Augapfels bei Betrachtung naher Objecte durch Druck verändert, nicht nachgewiesen werden kann, so muss im Innern des Augapfels selbst eine Veränderung vor sich gehen. Die Beobachtung des nah und fern blickenden Auges bei einer mässigen Hellung lehrt auch wirklich eine sehr auffallende Veränderung kennen. Wir sehen nämlich, dass beim Fernsehen die Pupille sich erweitert, beim Nahsehen sich verengt. Dieses war schon den ältesten Beobachtern des menschlichen Auges bekannt [1]), und es lag daher sehr nahe, nach dem Grundsatze *cum hoc ergo propter hoc* die Verengerung und Erweiterung der Pupille als eine die inneren Veränderungen befriedigend erklärende Thätigkeit anzusehen [2]). Nun war zwar die blättrige Structur der Krystalllinse schon *Stenon* und *Leeuwenhoek* bekannt (No. 149. S. 119), und *Morgagni* unterschied beim Menschen und bei vielen Thieren den festeren Kern von dem weicheren Umfange (No. 149. S. 220), doch erst *Porterfield* erklärte den Nutzen dieser Structur für die Brechung der Strahlen (No. 130. S. III) [3]). Wie die Fähigkeit nah und fern zu sehen von jener eigenthümlichen Structur der Linse abhängig sein könne, war von *Camper* [4]) nur geahnt worden, dagegen hat *Treviranus* erst durch einen mit der grössten Gründlichkeit ausgeführten Calcul diese Ansicht unterstützt (No. 129 u. 130). Er hat auf diese Weise die Physiker und Physiologen nicht sowol für seine Ansicht gewonnen, als vielmehr von dem Antasten derselben durch die Schwierigkeit, den verwickelten Berechnungen zu folgen, zurückgeschreckt. Da nun aber einerseits die Physiologie eine Erfahrungswissenschaft ist, die ihre sichersten

---

1) Z. B. *Rhazes* (No. 124. S. 24), *Scheiner* (No. 11. lib. I. p. 3), *Plempius* (No. 62. lib. IV. probl. 59).

2) So wurde diese Thätigkeit angesehen von *Haller* (No. 13. S. 517), *de la Hire* (No. 134. und No. 77. S. 456.) *le Roy*, *Walker*, *Jüngken*, *Hall* (No. 41), *Morton* (No. 79) u. A.

3) Schon *Kepler* (No. 10. S. 22.) macht darauf aufmerksam, dass die Linse nothwendig so construirt sein müsse, dass sie parallele Strahlen genau in einen Punct vereinigt, und da er durch Rechnung gefunden, dass eine fast hyperbolische Krümmung einer Linse dieses zu bewirken im Stande sei, so schrieb er der Linse im Auge eine solche Form zu. Nun ist aber aus genaueren Untersuchungen der menschlichen Linse wie auch der verschiedener Thiere hervorgegangen, dass jene hyperbolische Krümmung nicht Statt findet, es muss also auf eine andere Weise die nöthige Correctur hervorgebracht werden — und *Porterfield* (dessen Schrift ich leider nicht gelesen habe) weist nun nach, wie die geringere Brechungsfähigkeit im Umfange der Krystalllinse die durch die sphärische Oberfläche erzeugte Abweichung der Strahlen verbessere.

4) „— — *posset quidem coarctatio pupillae aliquid facere ad distinctius videnda objecta, sed pro facultate hac absoluta non haberi potest.*“ Dann „— — *patet ergo necessariam esse coarctationem pupillae in propinquis objectis, quia radii magis divergent*“ (No. 44. S. 237) — und weiter unten: „*homo, cui iris post depressam cataractam tota concreverat absque relicta pupilla, semper, postquam uvea de novo perforata erat, objecta remotiora quam revera erant, judicabat, quia per artificialem pupillam in loco depressione factam radii colligebantur in illo retinae puncto, in quo ante remotiorum objectorum radii pupillam veram intrantes solebant.*“

Grundlagen stets im Versuche und in der Beobachtung findet, andererseits der Organismus, ungeachtet der erstaunenswerthen Harmonie seiner Theile, sich doch nirgends an mathematisch genaue Dimensionen oder an unveränderliche Dichtigkeitsverhältnisse bindet, sondern überall beweglich, verschiebbar, veränderlich ist, und vorzüglich durch den Tod in Form, Lage und Structur der Theile wesentlich modificirt wird, so eignen sich seine Processe durchaus nicht zu genauen Berechnungen. Wenn daher *Treviranus* die Fähigkeit des Auges, nah und fern zu sehen, aus der blättrigen Structur der Krystalllinse durch Calcul zu erweisen strebt, so lässt sich, ohne den Calcul an sich anzugreifen, dennoch dagegen zeigen, dass dieser weder auf sicheren Voraussetzungen beruht, noch viel weniger in seinen Consequenzen mit der Erfahrung übereinstimmt, dass somit jene blättrige Structur der Linse, wie die Veränderungen der Pupille beim Nah- und Fernsehen durchaus anders gedeutet werden müssen.

Treviranus bezieht sich zunächst auf die verschiedene Pupillenweite bei Betrachtung eines Gegenstandes in verschiedenen Entfernungen, und führt zu dem Ende *Lamberti's* und *Olber's* Messungen an (No. 129. S. 33). Ersterer betrachtete eine kleine Oeffnung im Fensterladen, durch welche das Sonnenlicht einfiel, und besah danach seine Pupille in einem Spiegel; da sich hierbei sogleich der Pupillendurchmesser veränderte, so musste das Resultat nothwendig ungenau ausfallen, auf 1 Fuss Entfernung 1,13 Linie Pupillenweite, auf 2 Fuss 1,44 Linie. *Olbers* gibt die Nebenumstände gar nicht an. Er findet auf 4 Zoll 2,01 Linie, auf 1 Fuss 2,36, auf 2 Fuss 2,7. Hiernach muss *T.* natürlich erklären (S. 41.), dass sich die Pupillenweite nur sehr allgemein angeben lässt. Dennoch gibt er selbst später (No. 130. S. 44) an, dass sich der Radius der Pupille für jede 8 Zoll um $\frac{1}{5}$ Linie vergrössere.

Vers. 34. Ich liess einen jungen Mann, der mit der grössten Deutlichkeit ferne wie nahe Objecte zu erkennen im Stande war, sich kurz vor Sonnenuntergang so gegen eine matt röthlich getünchte Wand setzen, dass das seitliche Licht des Fensters kaum sein Auge traf, und hielt ihm nun die Spitze einer Bleifeder in verschiedenen Entfernungen vor. Den Durchmesser der Pupille maass ich mit einem Cirkel. Hiebei ergab sich

bei	5 Zoll	Entfernung eine Pupillenweite von	1,4	Linie
-	7	- - - - -	1,9	-
-	9	- - - - -	2,2	-
-	10	- - - - -	2,3	-
-	12	- - - - -	2,5	-
-	15	- - - - -	2,8	-
-	21 — 24″ *in infinit*	- - -	3	Linien.

Derselbe junge Mann trat nun ans Fenster und betrachtete einen entfernten Gegenstand, wobei die Pupille 1,5‴ maass. Die Pupille behielt diese Weite bei, als er das Auge auf ein 16″ nahes Object richtete. Jetzt verhängte ich allmälig das Fenster von unten her, da erweiterte sich die Pupille, ohne dass sich das Auge vom Objecte abwandte, und ohne dass dieses, selbst hell erleuchtet, im Geringsten undeutlicher erschienen wäre, auf 2‴ — 2,5‴, dann auf 3,2‴, endlich auf 3,5‴. Als bei dieser Dunkelheit das Auge auf einen 6″ nahen Gegenstand gerichtet wurde, behielt die Pupille einen Durchmesser von 3‴, das Object selbst aber ward durchaus deutlich gesehen. —

Ergibt sich nun hierbei aus dem Anfange des Versuchs, dass eine nicht unbedeutende Veränderung der Pupille nach den verschiedenen Entfernungen Statt findet, so zeigt sich dagegen beim Fortgange des Versuchs, dass die Pupillenweite ganz unabhängig von der Entfernung bestand, dass sie weit bei Betrachtung des nahen, und eng beim Ansehen des entfernten Objects befunden wurde, und nur von dem allgemeinen Beleuchtungsgrade abhing. Ich habe übrigens diesen Versuch wol zehn Mal wiederholt, und vorzüglich darauf geachtet, dass das Object recht genau gesehen wurde, muss daher *Volkmann* (No. 128. S. 127) vollkommen in seinem Einwurfe beistimmen: „dass, wenn die Pupillenweite Einfluss auf das Nah- und Fernsehen haben sollte, eine gewisse Erweiterung für eine gewisse Entfernung nothwendig unter allen Umständen gelten müsste, dass also eine veränderte Beleuchtung sogleich auch ein Undeutlichwerden der Umrisse veranlassen, ferne Gegenstände bei hellem Lichte, nahe bei schwächerem undeutlich erscheinen müssten.“ Ich vermag z. B. die feinste, sogenannte Perlschrift mit einer auf 3‴ erweiterten Pupille in einer Entfernung von 6 Zoll ohne Anstrengung ebenso gut zu lesen, als bei 0,6‴ bis 1‴ Pupillenweite auf 2 Fuss Entfernung [1]). Noch auffallender aber ist die völlige Unabhängigkeit der Pupillenweite von dem Anpassungsvermögen des Auges bei denjenigen Personen, welche willkürlich die Pupille zu erweitern vermögen.

Vers. 35. a. Da ich selbst diese Fähigkeit besitze, so konnte ich um so genauer die etwaige Veränderung in der Deutlichkeit des betrachteten Objects beobachten. Ich kann bei unveränderter Achsenstellung beider Augen (was *Volkmann* nicht gelang, S. 157), also bei anhaltendem Fixiren eines kleinen Punctes, er mag nun 4 Zoll oder 4 Fuss von meinem Auge abstehen, die Pupillen von 1‴ auf 2,5‴ erweitern; der Gegenstand bleibt dabei durchaus unverändert, klar, scharf begrenzt, ja, wenn ich gerade diejenige Entfernung wählte, in welcher das Pünctchen wegen Kleinheit des Sehwinkels (s. Vers. 9) im Verschwinden war, so erschien es mir nach Erweiterung der Pupille deutlicher, und ich konnte mich um ein Geringes weiter entfernen [2]).

Doch nicht allein der allgemeine Beleuchtungsgrad und der Wille bewirkt eine Veränderung in der Pupillenweite, sondern auch die Helligkeit des betrachteten Objects selbst. Substituirte ich im 34sten Versuche der dunklen Bleifederspitze ein kleines Stückchen Papier, so zog sich die Pupille jedesmal, das Object mochte nun nah oder fern sein, um 0,2 bis 0,3‴ enger zusammen. Sobald aber ein glänzendes Object vorlag, war die Zusammenziehung noch beträchtlicher. Wenn demnach *T.* voraussetzt, dass sich die Pupille beim Fernsehen jedesmal erweitere, beim Nahsehen dagegen verenge, und dass nur unter dieser Bedingung deutlich fern und nah gesehen werden könne, so zeigt sich aus dem Vorhergehenden diese Voraussetzung als durchaus falsch, und es könnte die ganze Theorie sogleich bei Seite gesetzt werden. Doch um der Vollständigkeit willen soll hier nun auch das Fehlerhafte der übrigen Prämissen nachgewiesen werden.

---

1) Auch *Olbers* (No. 21. S. 13) und *Dugès* (No. 111) machten schon den Einwand, so wie mehre Andere, dass man mit verengter, ebenso wie mit erweiterter unveränderter Pupille fern und nah sehen kann. *Dugès* bemerkt ausserdem, dass wenn wir beim Nah- oder Fernsehen mit beiden Augen das eine verschliessen, die andere Pupille sich erweitert unbeschadet des deutlichen Sehens.

2) Es kann eigentlich Jeder diese Erweiterung der Pupille bei unveränderter Achsenstellung der Augäpfel hervorbringen, auch wenn er nicht seinen Willen auf diese Bewegung speciell zu richten vermag; nämlich dadurch, dass er, ohne das Auge abzuwenden, gleichzeitig einen seitlichen Gegenstand, etwa die Bewegung seiner Hand, beachtet.

Treviranus gründet nämlich seine Berechnungen auf Messungen, die schon nach der Natur der Sache nicht genau sein können, wie er auch selbst (No. 129. S. 20 u. 21) eingesteht. Denn man muss sich, bei der grossen Schwierigkeit, richtige Maasse zu erhalten, mit Mittelzahlen begnügen. Diese würden sich der Wahrheit nähern, wenn die Dimensionen jedes Theiles bei jedem Menschen dieselben wären, wenn es überhaupt nur auf Dimensionen ankäme, aber wo in dem einen Individuum die Entfernung z. B. der Linse von der Netzhaut geringer ist, da ersetzt eine stärkere Krümmung diesen Unterschied oder eine grössere Dichtigkeit der Linse, oder es bleiben hier dieselben Verhältnisse, und es ist dagegen die Hornhaut gewölbter — wie kann man sich hier nun wol nach Mittelzahlen richten? Man werfe nur einen Blick auf die erste Tafel (S. 23), da findet sich z. B.: Der Radius der vorderen Krümmung der Linse verhält sich zu dem der hinteren Krümmung in einer Beobachtung wie 42 : 24, in der zweiten wie 25 : 21, der Radius der Hornhautkrümmung (S. 22) variirt zwischen 26 und 36. Ja selbst bei Uebereinstimmung der Achse der äusseren Seite des Augapfels — bei beiden 100 — variirt die Krümmung der Hornhaut zwischen 33 und 31,2. Ebenso ungewiss und variirend ist die Brechungsfähigkeit der Medien (S. 32). Die strahlenbrechende Kraft der äusseren Lage der Linse ist nach *Chossat* 1,338, nach *Brewster* 1,3767; die des Kerns nach *Chossat* 1,420, nach *Brewster* 1,3999. *Treviranus* gesteht (S. 60.) zu, dass die brechende Kraft der wässrigen Feuchtigkeit im Leben grösser ist als im Leichname. S. 38. zeigt sich die mangelhafte Uebereinstimmung zwischen dem Resultate der Rechnung und dem der Messungen in Bezug auf den Refractionswinkel des in die wässrige Feuchtigkeit eintretenden Strahles; No. 130. S. 58. ergibt sich aus der Berechnung ein Abstand der Linse von der Netzhaut von 8,004‴, in der That beträgt dieser aber nur 6‴ (!!). Kann man nun wol unter diesen Umständen den vorausgesetzten Messungen trauen, da in der Hauptsache, in der Entfernung der Linse von der Netzhaut sich eine Differenz von zwei Linien ergiebt —? Nur wenn alle Dimensionen so wie die Brechungsfähigkeit aller Medien eines und desselben Auges zum Grunde lägen, liesse sich eine der Wahrheit annähernde Berechnung erwarten. Es muss daher ganz besonders auffallen, wenn *Tr.* selbst zugibt (No. 130. S. 42): „dass der Bau der Krystalllinse und der Hornhaut von dem bei den Berechnungen angenommenen abweicht, dass sich ferner die Zunahme der Dichtigkeit der Schichten nach dem angenommenen Gesetze nicht beweisen lässt, dass endlich die Krümmungen der Hornhaut und der Linse nicht Kreisbogen, sondern Dimensionen anderer krummer Linien sind“ — — und nun nichts destoweniger behauptet: „weil die Berechnungen aus den mangelhaften Datis auf Resultate führen, mit welchen das Nah- und Fernsehen erklärbar wird, so ist es nicht weiter erlaubt, andere Mittel als diese zur Erklärung jener Function anzunehmen [1]).“

Die Prüfung der von *Treviranus* auf diese falschen Prämissen gegründeten Berechnungen überlasse ich, als Laie in den mathematischen Wissenschaften, Männern vom Fache, und erlaube mir nur einen Zweifel auszusprechen: *Treviranus* erklärt nämlich (No. 129. S. 14 u. 15) *Porterfield's* Ansicht für unrichtig, nach welcher die von der Peripherie gegen das Centrum zunehmende Dichtigkeit der Linse dazu dienen soll, eine von der sphärischen Gestalt beider Linsenflächen herrührende Abweichung

1) Eine genaue Prüfung der von *Treviranus* angegebenen Dimensionen hat *Krause* angestellt, und mit den Resultaten wiederholter eigener Messungen verglichen (No. 151).

der Strahlen zu heben, und meint, diese Abweichung würde schon durch die Gestalt der Hornhaut ausgeglichen (NB. es wird nur vorausgesetzt, nicht durch Messung erwiesen, dass die Hornhaut eine Ellipse sei (No. 129. S. 35); es ist diese elliptische Krümmung blos beim Hausmarder und beim Beutelthiere S. 36 beobachtet); so dass es also der blättrigen Structur der Linse hierzu nicht mehr bedürfte, der daher einen andern Effect haben müsste. Mir scheint hiergegen soviel wenigstens gewiss, dass, wenn auch die Hornhaut eine Curve darstellte, welche die von einem Puncte kommenden Strahlen in einen Punct zu vereinigen vermag, dieses doch nur für den Fall gelten könnte, wenn hinter der Hornhaut ein gleichmässiges Medium sich fände. Indem nun aber die Linse die Richtung der Strahlen unterbricht, und eine schnellere Vereinigung derselben bewirkt, müssten sie, ungeachtet der elliptischen oder parabolischen Gestalt der Hornhaut dennoch in verschiedener Entfernung hinter der Linse zusammentreffen, wenn nicht die blättrige Structur der Linse diese Aberration corrigirte. *Kohlrausch* (No. 161) weist nach, dass die geschichtete Linse, mit nach der Mitte wachsender Dichtigkeit in der That noch weniger als eine ungeschichtete geeignet sein kann, für verschiedene Entfernungen eines strahlenden Punctes vom Auge gleiche Vereinigungsweiten desselben zuzulassen; ferner, dass die Veränderungen der Pupillenweite in keinem Falle ausreichen, das Deutlichsehen in verschiedenen Entfernungen zu vermitteln, vielmehr anderweitige Veränderungen im innern Zustande des Auges als Grund einer wirklich erfolgenden Accommodation nothwendig angenommen werden müssen, endlich dass die Gleichung, auf welche *Treviranus* hauptsächlich seinen Beweis stützt, unrichtig abgeleitet ist.

Es ist aber ganz unnöthig auf den Calcul selbst einzugehen, und zu zeigen, wie falsch die Ansicht sei, dass Strahlen von einem entfernten Objecte durch den Umfang der Linse, Strahlen von einem nahen durch den Kern derselben gehen müssen, um genau in einem Puncte auf der Netzhaut zusammenzutreffen; sondern es lässt sich der Irrthum schon durch blosse Beobachtungen zeigen.

Man betrachte ein entferntes Object mit einem Normal-Auge (siehe oben), so erscheinen dessen Umrisse vollkommen so deutlich, wie die von einem nahen. Nun müsste aber nach *Treviranus*, ausser dem deutlichen, durch die äussern Strahlen erzeugten Bilde, auch ein zweites undeutliches Bild von den Kernstrahlen, die sich vor der Netzhaut kreuzen, entstehen, und nebelartig vor dem deutlichen Bilde schweben. Ein solches Nebelbild erscheint aber durchaus nicht — also werden die Kernstrahlen nicht anders gebrochen als die Randstrahlen.

Nach *Treviranus* müsste also die Linse selbst so wie ihr Abstand von der Netzhaut unveränderlich sein, demnach wenn wir die durch den Rand der Linse einfallenden Lichtstrahlen isolirten, so könnten sich diese nur dann in einen Punct vereinigen, sobald das Object entfernt ist, aber dann wäre auch, die Vereinigung unfehlbar. Dagegen zeigen nun die unter 11 bis 16 angestellten Versuche, dass auch, wenn die Mitte der Pupille bedeckt ist, eine Veränderung beim Einrichten des Auges für die Nähe und für die Ferne vorgeht, so dass, wenn das Auge nahe sieht, das Object aber entfernt ist, dieses doppelt, wenn das Auge weit sieht, einfach erscheint, ebenso wenn das Auge weit sieht, das Object aber nahe liegt, dasselbe doppelt, wenn das Auge nahe sieht, einfach erscheint; also werden durch den Linsenrand die Strahlen nicht stets auf gleiche Weise, sondern bald stärker bald schwächer gebrochen. Das Zudecken der Löcher beweist hierbei (z. B. i. 15. Vers.) ganz evident, dass ein Durchkreuzen der Lichtstrahlen bald vor, bald hinter der Netzhant Statt findet (worauf auch *Volkmann* (S. 115) aufmerksam macht).

Ausserdem aber dass die in Rede stehende Ansicht auf falschen Prämissen beruht, und sich optisch nicht rechtfertigen lässt, zeigt sie sich nun auch in ihren Consequenzen durchaus irrig. Das auffallendste Ergebniss dieser Ansicht ist unstreitig, dass überhaupt kein deutliches Bild entstehe, dass es also kein deutliches Sehen gäbe. Dieses sucht *Treviranus* S. 56. (No. 130) zu erweisen, und durch die 9. Figur zu versinnlichen. Es soll hiernach jeder Punct auf der Netzhaut als Fleck erscheinen, von welchem wir einen Punct nur sehen, das Übrige des Fleckens nicht gewahr werden. Bei weiterem Verfolg der Auseinandersetzung bis S. 60 zeigt sich erst, wie bedeutend der Fehler ist, zumal wenn die gleiche Schärfe des Sehens in allen Entfernungen, wie sie aus unserem Vers. 9. hervorgeht, berücksichtigt wird. — Es könnte also ein solches Auge gar nicht existiren, welchem, wie *Treviranus* sich selbst ausdrückt (S. 78), der Punct des deutlichen Sehens sehr nahe liegt, und das doch weit in die Ferne reicht — nun aber gibt es nicht allein solche Augen, sondern es sind gerade diese die normalen zu nennen. Schon früher hat sich derselbe Autor dahin geäussert (No. 132. S. 497 u. 500), dass wenn die von einem Puncte eines entfernten Gegenstandes kommenden Strahlen nicht genau auf der Netzhaut zusammmentreffen, neben einander stehende Linien in einer gewissen Entfernung in einander fliessen, dass das deutliche Sehen also nur eine gewisse Breite habe. In der neuesten Schrift (No. 130. S. 53) sind nun die Differenzen der Focalweite, in welcher die Strahlen hinter der Linse zusammentreffen, für verschiedene Winkel bei einer geschichteten Linse genau berechnet, und auf 0,08 bis 0,25‴ angegeben, woraus sich (S. 58) ergibt, dass auch die Netzhautbilder (bei 30″ Sehwinkel) 0,05‴ im Durchmesser halten, bei entfernten Puncten gar 0,14‴, und dennoch wird (S. 62) die Grösse des Bildes auf 0,001 angegeben. Es ist also hier offenbar ein Widerspruch: das Auge sieht nur ein so kleines Bild von einem Puncte deutlich und dennoch entstehen grössere? Der Grund, der *Treviranus* zu der Annahme verleitet, es gäbe kein deutliches Sehen, liegt offenbar darin, dass auch sein Auge etwas kurzsichtig ist. Dieses beweist zunächst folgende Beobachtung (No. 130. S. 60): Es verschwindet seinem Auge ein weisses Quadrat auf schwarzem Felde von 0,1‴ Durchmesser bereits auf 24 Zoll Entfernung, ein schwarzes auf weissem Felde auf 48″; dieses giebt für den ersten Fall einen Sehwinkel von 1′. 11″, für den zweiten 35″. Aus meinen mit verschiedenen Personen angestellten Beobachtungen geht aber gerade das Gegentheil hervor, dass nämlich der schwarze Punct auf weissem Felde nicht so weit gesehen wird (nur 7 Fuss weit unter einem Winkel von 20 Secunden), als der weisse Punct auf schwarzem Felde (14 Fuss weit unter einem Winkel von beiläufig 10 Secunden). Nur eine Person habe ich beobachtet, die ein so stumpfes Gesicht hatte, dass ein schwarzer Punct auf weisser Fläche unter 1′ 10″ Sehwinkel verschwand, dagegen ein weisser auf schwarzer Fläche unter 26″ gesehen wurde. Da nun aber das Auge, dessen Schärfe die Naturwissenschaften so ausgezeichnete Bereicherungen verdanken, unmöglich ein stumpfsichtiges sein kann, so ist es ungleich wahrscheinlicher, dass das Auge des gefeierten Verfassers jener Schriften vielmehr durch anhaltende Arbeiten kurzsichtig geworden ist. Ja es wird die Kurzsichtigkeit geradezu dadurch erwiesen, dass *Treviranus* (No. 132. S. 507) einen leuchtenden Punct durch 2 Löcher einer Karte in der Entfernung doppelt sieht, so wie dadurch, dass demselben in der Dämmerung alle Gegenstände grösser erscheinen (No. 130. S. 75). Die Kurzsichtigkeit mag nur nicht so merkbar sein, weil der Fernpunct vielleicht 20 Zoll weit ist.

Eine weitere Consequenz ist, dass wir das Object nicht deshalb undeutlich sehen, weil sein Bild undeutlich ist, sondern deshalb, weil wir unsere Aufmerksamkeit nicht auf dasselbe richten (No. 132. S. 501). Gegen diese Consequenz möchte es am passendsten sein, folgenden Versuch anzuführen:

Vers. 35. b. Man halte zwei Nadelspitzen 3—6 Linien von einander, und 5 Zoll vom Auge entfernt; bringe nun eine derselben in die Augenachse in eine Richtung mit einem entfernten Objecte. Nun blicke man auf dieses entfernte Object, so erscheint nicht nur die in der Achse liegende, sondern auch die nebenanstehende Nadelspitze undeutlich. Richtet man dagegen das Auge auf die in der Augenachse befindliche Nadelspitze, so erscheint nicht nur diese, sondern auch die nebenan stehende deutlich. Ebenso erscheint auch ein seitwärts von der Achse befindlicher entfernter Gegenstand dem zum Nahsehen eingerichteten Auge undeutlich, dem zum Fernsehen eingerichteten deutlich. Bekanntlich sehen wir nur die Objecte in der Augenachse am vollkommensten, am aufmerksamsten, alle seitlichen minder vollkommen, und dennoch bemerken wir selbst an diesen, ob ihr Bild deutlich oder ob es undeutlich, verwischt sei. Nach widerholten Versuchen mit Nadelspitzen, die in einer Entfernung von 5 Zoll, und Nadelköpfen (mit Lack überzogen), die in einer Entfernung von 5 Fuss aufgestellt wurden, ist diese Veränderung in der Deutlichkeit bei der Anpassung des Auges selbst dann noch wahrzunehmen, wenn der Kreisbogen zwischen dem seitlichen und dem in der Augenachse befindlichen Objecte 45° beträgt. Hieraus geht die erstaunenswerthe Genauigkeit in der optischen Construction des Auges hervor, indem alle Objecte im Gesichtsfelde, nicht allein die in der Achse befindlichen, durch die innere Veränderung deutlich oder undeutlich werden können. — *Volkmann* (S. 113) spannte vier Fäden von seinem Auge gerade aus parallel neben einander, und sieht alle 4 jedesmal nur auf einer Stelle deutlich, näher oder entfernter aber undeutlich. Ausserdem bemerkt *Volkmann*, dass bei Beobachtung zweier Objecte in der Augenachse das undeutliche ja nicht neben dem deutlichen erscheint, sondern vielmehr in Zerstreuungskreisen, die das deutliche umgeben. Auch *Müller* (Archiv f. Ps. 1836. S. CLII) führt das als den schlagendsten Beweis gegen *Treviranus* an, dass beim Sehen in verschiedenen Entfernungen die Bilder sich decken.

Merkwürdig ist die Consequenz, dass die verschiedenen Thiere nach dem Abstande ihrer Linse von der Netzhaut auch ein verschiedenes *punctum distinctae visionis* besitzen sollen (No. 129. S. 47), dass dieses z. B. bei *bos taurus* entfernter vom Auge sei, als bei *felis lynx* und *Antilope rupicapra* deren scharfes Gesicht in der Ferne zum Sprüchwort geworden sind, so auch, dass *sciurus vulgaris* den kurzsichtigen Thieren näher stehe. Besonders fällt es auf, dass überhaupt einige Vögel, insbesondere *sterna fissipes* und *anas anser* zu den kurzsichtigen gerechnet werden.

Ich glaube hiermit zur Genüge dargethan zu haben, dass *Treviranus*' Berechnungen weder auf sichere Prämissen gegründet sind, noch auch in ihren Consequenzen mit der Erfahrung übereinstimmen. Obwohl dadurch nun auch die Unabhängigkeit des Nah- und Fernsehens von der Pupillenweite schon hinreichend erwiesen ist, so scheint es mir doch passend, diese Unabhängigkeit auch aus jenen Versuchen selbst herzuleiten, die gemeinhin als Beweis für den Einfluss der Pupillenweite angeführt werden, ich meine die Erweiterung der Pupille durch *extr. Belladonnae* oder *Hyoscyami*. Dieser Versuch ist, wenn ich nicht irre, zuerst von *Schmidt* (No. 150. S. 178) angestellt worden, nachher von Meh-

reren wiederholt [1]). Die Meisten stimmen darin überein, dass mit der Erweiterung der Pupille durch Narcotica auch zu gleicher Zeit die Fähigkeit, das Auge nahen Gegenständen anzupassen, verloren geht oder wenigstens geschwächt wird, und schliessen nun daraus, dass die Erweiterung der Pupille auch in der That zum Fernsehen nöthig sei. Ich wiederholte diese Versuche theils an meinem eigenen Auge, theils an zwei andern Personen, und erhielt folgende Resultate:

Vers. 36. Ich träufelte zwei Tropfen einer concentrirten Belladonna-Auflösung früh morgens in mein rechtes Auge. Nach 2 Stunden erweiterte sich die Pupille von 0,8‴ auf 2,5‴, wobei weder die Sehkraft, noch die Bewegungen des Auges im geringsten litten, noch auch der Grenzpunct des deutlichen Sehens, welcher 3″ 4‴ betrug, oder der Fernpunct (2′ 7″) verändert wurde, so dass ich nach wie vor innerhalb des Sehraumes meines rechten Auges, vom Fernpuncte bis zum Grenzpuncte alle Gegenstände mit vollkommen scharfen Umrissen sah, die entferntern über den Fernpunct liegenden erschienen undeutlicher als gewöhnlich, leuchtende Gegenstände nicht selten doppelt. Als nun die Pupille gegen Mittag sich auf drei Linien erweitert hatte, wobei das obere Augenlid ein wenig geschwollen war, blieb zwar die Bewegung des Auges durchaus ungestört, aber es rückte der Grenzpunct des deutlichen Sehens allmälig auf 8,10, dann auf 12, zuletzt auf 16 Zoll vom Auge ab, so dass ich eine näher vorgehaltene Schrift nur mit Mühe lesen konnte; sah ich mit beiden Augen zugleich auf einen nahen Gegenstand, so konnte ich diesen zwar deutlich erkennen, da das linke Auge ungeschwächt war, aber die Trübung des Bildes im rechten Auge verursachte ein unangenehmes Gefühl, welches bei Anwendung eines Convexglases sogleich verschwand. Übrigens vermochte ich entfernte Gegenstände ganz ohne Anstrengung scharf zu fixiren, konnte ebenso ohne Beschwerde den Blick zur Seite wenden, das Auge wurde nur durch leuchtende Objecte mehr als das linke geblendet. Die übrigen Erscheinungen waren durchaus dieselben, wie andere Beobachter sie mitgetheilt haben. Diesen Versuch hatte ich vor 11 Jahren angestellt, im vorigen Jahr wiederholte ich ihn zuerst an Herrn S. Einige Tropfen einer Infusion von ½ Unze Wasser auf ½ Drachme *Hb. Hyoscyami* wurden um halb 11 ins linke Auge getröpfelt. Die Pupillenweite betrug 0,7‴, der Grenzpunct war 4″ 11‴

Um ¾ auf 11	1,9‴	- - - 6″
Um 11 Uhr 10 M.	2,2‴	- - - 6″ 6‴
- 11 - 30 -	2,6‴	- - - 6″ 11‴
- 11 - 50 -	2,5‴	- - - 8″ 75‴
- 12 - 5 -	2,6‴	- - - 8″ 3‴
- 2 - 10 -	2,5‴	- - - 9″ 4‴
- 4 - 5 -	2,4‴	- - - 9″ 3‴
- 6 - 5 -	2,3‴	- - - 6″ 11,5‴

1) So z. B. von *Wells* (No. 42) an dem Ange des Dr. *Cutting*, von *Hutchinson* (No. 78), *Jüngken* (No. 43) *Hall* (No. 41), *Dunglisson* (138), *Purkinje* (No. 84), *Volkmann* (No. 128. S. 165), *Ritter* (No. 139. S. 453) und Anderen. *Rudolphi* (No. 22. S. 220) giebt *Roy* als den Ersten an, welcher die Beobachtung von Erweiterung des Sehloches durch Belladonna zuerst anstellte und zwar ganz zufällig bei Anwendung dieses Mittels auf ein Geschwür unter dem Auge. Auf Säugethiere wirkt die Belladonna erweiternd wie beim Menschen, dagegen nach *Kieser's* Beobachtungen nicht auf Vögel.

Herr *Porterfield*, bei dessen rechtem Auge die Pupillenweite 1,8‴, die nächste Grenze des deutlichen Sehens 4″ 8‴ betrug, tröpfelte ebenfalls um 10 Uhr 45 M. 2 Tropfen der Infusion ins Auge, und es erweiterte sich die Pupille um 11 U. 15 M. auf Pupillenweite 2,5‴, die Sehweite blieb 4″ 8,5‴

- 11	- 35	- - -	2,3‴	Sehweite	4″ 9‴
- 11	- 50	- - -	2,3‴	-	5″ 8‴
- 12	- 10	- - -	2,3‴	-	7″ 4,5‴
- 2	- 10	- - -	2,6‴	-	8″ 10‴
- 2	- 55	- - -	2,5‴	-	7″ 7,5‴
- 6	- 5	- - -	2,7‴	-	7″ 4‴

Es ergibt sich hieraus, dass die Erweiterung der Pupille zuerst eintritt, ohne dass sich dadurch auch sogleich die Fähigkeit, nah zu sehen, vermindert; diese Schwächung der Anpassungsfähigkeit tritt vielmehr erst einige Zeit nachher ein, und wird allmälig unbedeutender, ohne mit der Pupillenweite in einem Verhältnisse zu stehen, vielmehr fand sich bei Herrn *Schmidt* um 2 Uhr gerade eine geringe Verengung der Pupille, während zu gleicher Zeit der Grenzpunct sich entfernte. *Wells* (No. 42. S. 133) macht allein unter den Beobachtern diese Bemerkung. Bei dem Dr. *Cutting*, der bis auf 6 Zoll durchaus deutlich sah, wich dieser Punct nach Anwendung der Belladonna zuerst auf 7″, denn nach ¾ Stunden auf 3 ½ Fuss, endlich auf 8 Fuss vom Auge. Diese Schwächung dauerte bis zum 9. Tage, und das Wiederkommen des Anpassungsvermögen blieb hinter der Verengung der Pupille zurück. Daher meint auch *Brewster* (No. 81), dass nach der Anwendung der Belladonna ausser der Iris auch ein anderes Organ gelähmt sein müsste. Weiter geht aus diesen Versuchen hervor, dass die Bewegungen des Auges unverändert von Statten gehen, die Augenmuskeln also nicht im Gernigsten afficirt sein können. Kein Beobachter erwähnt einer solchen Affection, *Wells* aber sagt ausdrücklich, dass Dr. *Cutting* sein Auge während der, wie wir gesehen haben, vollkommenen Lähmung des Adaptionsvermögens nichts desto weniger mit aller Kraft gegen die Nase zu wenden konnte. — Bei Kurzsichtigen bleibt der Fernpunct des deutlichen Sehens derselbe. *Wells* erwähnt (S. 137), dass bei den an Hrn. *Patrick* und *Blundell*, zwei Kurzsichtigen, angestellten Versuchen der Grenzpunct sich dem Fernpuncte immer mehr näherte, während dieser derselbe blieb. So beobachtete ich es auch an meinem Auge. Wenn daher *Volkmann* (No. 128. S. 165) und *Purkinje* (No. 84) nach Anwendung der Belladonna an ihren eigenen Augen keine Weitsichtigkeit beobachteten, so rührt dieses nur daher, dass beide kurzsichtig sind, *Volkmann's* Fernpunct ist 14 Zoll (No. 128. S. 162), *Purkinje's* 11 Zoll (No. 38. S. 116).

Auf gleiche Weise, wie die angeführten Versuche, doch nicht mit gleicher Evidenz, zeigen die Fälle von völlig mangelnder Iris die Unabhängigkeit des Nah- und Fernsehens von diesem Organ an. Ausser dem von *Jüngken* (No. 45) mitgetheilten Falle ist besonders der von *Pänitz* (No. 46) beobachtete wichtig, weil hier ausdrücklich gesagt wird, das Individuum habe fern und nahe gesehen, und beim Nahsehen beharren können. Ebenso giebt *Dzondi* (No. 47) an, ein Mädchen ohne Iris habe lesen können. *Behr* (No. 122) bemerkt von einem Kinde ohne Iris blos, dass es ferne Gegenstände gut erkannt, und im Dunkeln gesehen habe.

Nachdem nun durch so vielfache Erfahrungen der verschiedensten Beobachter festgestellt worden, dass die inneren Veränderungen unabhängig von der Pupillenweite vor sich gehen, wäre weiter zu zeigen, welchen Einfluss diese denn in der That auf die Deutlichkeit des Bildes äussert. Indess brauche

ich hierbei nur auf die oben angeführten Versuche zurückzuweisen, indem durch Vers. 24 und 25 gezeigt ist, wie eine kleine Oeffnung das dem Kurzsichtigen oder nach Sehenden undeutlich erscheinende Bild eines entfernten Objects deutlicher zeigt, — wie auf gleiche Weise einem fern Sehenden durch eine kleine Oeffnung ein nahes Object deutlicher wird. Es ist Vers. 26 angegeben, wie eben aus diesem Grunde ein Kurzsichtiger bei hellem Sonnenscheine, also bei verengter Pupille, die sonst sehr undeutlich erscheinenden entfernten Objecte deutlicher sieht, als Abends oder bei einem bewölkten Himmel mit erweiterter Pupille. Aus dem 10. bis 14. subjectiven Vers. und dem 20. objectiven Versuche ergab sich, dass dieses deutlichere Sehen durch kleine Oeffnungen seinen Grund hat in dem Isoliren einzelner Theile des schattigen undeutlichen Bildes. Ungleich ausführlicher hat *Volkmann* durch eine Reihe genauer Beobachtungen den Einfluss der Pupillenweite auf die Deutlichkeit des Bildes dargethan (im 14. Capitel), und zieht aus jenen Beobachtungen den Schluss, dass bei gleicher Distanz der beiden Sehlöcher (in einer Karte), d. h. bei gleicher Pupillenweite, der Durchmesser der Zerstreuungskreise mit Veränderung der Fixationsweite wächst, dass also eine andere Ursache vorhanden sein nuss, welche jene Differenzen veranlasst, dass ferner die Vergrösserung der Pupille auch den Durchmesser der Zerstreuungskreise vergrössert, Verengung der Pupille ihn verkleinert. Die Verengung der Pupille ist demnach sowohl Kurzsichtigen als Fernsichtigen zum Deutlichsehen der ausserhalb ihres Sehraums befindlichen Objecte dienlich, das Normalauge bedarf aber dieses Hülfsmittels nicht, um deutlich zu sehen [1]).

Anmerkung. Die oben angeführten Versuche über die Schärfe des Sehens zeigen die grosse Genauigkeit, mit welcher das Auge sich jeder Entfernuug anzupassen im Stande ist. Es kann daher nicht befremden, wenn *Wells* den Grenzpunct sich auf 8 Fuss vom Auge entfernen sah. Ich habe oben angeführt, dass ein deutlich und scharf sehendes Auge eine merkbare Undeutlichkeit wahrnahm, sobald es zum Fernsehen sich angepasst hatte, und das nahe Object 5 Fuss vom Auge abstand. Da es mir bis auf weitere genauere Versuche über die Grenzen der Gesichtsschärfe annehmbar scheint, dass das Bild im Auge eine mathematische Genauigkeit besitze, so müsste schon in einer Entfernung, in welcher die Lichtstrahlen nicht mehr parallel die Pupille treffen, ein Anpassen beginnen. Wenn daher ein schwarzes Rund auf weissem Grunde so weit vom Auge entfernt wird, dass es dem Gesichte entschwindet, so ist anzunehmen, dass hierbei in dem auf der Netzhaut entstandenen Bilde die Ränder jenes runden Fleckes nicht mehr auseinanderstehen, sondern (wenigstens für die Empfindung) zusammenfallen, daher das zwischen diesen Rändern Befindliche unempfindbar wird. Dann sind aber auch die von den Rändern ausgehenden Strahlen nicht mehr als divergirend anzusehen, sondern für parallel zu achten. Nach dieser Voraussetzung würde bei 0,8‴ Pupillenweite und 25″ Sehwinkel das Anpassungsvermögen noch etwa bis auf 45 Fuss wirken, bei 3‴ Pupillenweite aber gar bis auf 143 Fuss Entfernung des Objects das Auge noch verändern müssen.

---

1) *Vallée* (No. 89) stellte die Ansicht auf, dass die Diffraction der Strahlen am Rande der Pupille auf das Deutlichsehen in verschiedenen Entfernungen Einfluss habe, und meint, dass der Glaskörper im hintern Theile des Augapfels stärker brechend sei, daher der Strahlenkegel in einer Linie endige. *Mile* (No. 93) ist eben dieser Meinung in Betreff der Diffraction am Rande der Pupille. *Treviranus* (No. 129. S. 59) und *Volkmann* (S. 127) haben diese eigenthümliche Ansicht hinreichend beleuchtet und widerlegt.

Elftes Capitel.

Kann die Linse ihre Form verändern?

Cartesius stellte zuerst die Ansicht auf (No. 48. S. 55), die Linse bestehe aus Fibern, die sich abwechselnd an der vorderen und an der hinteren Fläche dieses Organs zusammenzögen, und dadurch die Veränderung beim Nah- und Fernsehen bewirkten; und *Pemberton* (No. 49) suchte durch einen sehr verwickelten Calcul nachzuweisen, dass eine solche Formänderung allerdings zur Erklärung der in Rede stehenden Function hinreiche, *Camper* (No. 44. S. 235), stimmte ihm bei. *Olbers*, ein sonst fertiger Rechner, erklärt indess (No. 21. S. 17), dass es ihm schwer geworden, den Rechnungen *Pemberton's* zu folgen. Es nahmen später Mehrere, namentlich *Hunter* und *Young* (No. 132. S. 523) diese Ansicht wieder auf, und Letzterer sah die Blätter der Krystalllinse für wahre Muskeln an (No. 50), davon 3 vorn und 3 hinten in der Achse der Linse zusammentreffen, und ihre Sehnen am Umfange der Linse mit einander vereinigen. So betrachtet schien diese Erklärungsweise plausibel, deshalb ihr Mancher seinen Beifall nicht versagte, z. B. noch neuerlich *Volkmann* (S. 184) und *Arnold* (No. 131. S. 134). — *Werneck* (in *Ammon's* Ztschr. IV. 1. S. 16) erklärt die Fasern der Linse für musculös.

Zur Würdigung dieser Ansicht muss vor allen Dingen entschieden werden, ob denn die Linse in der That ein Gewebe besitze, welches durch seine Structur eine Zusammenziehung wahrscheinlich oder auch nur möglich macht? — Schon *Leeuwenhoek* (No. 51. S. 26) beschrieb die Structur der Linse genauer. *Reil* (No. 52. S. 54) wiederholte jene Untersuchungen. Später haben *Bärens* (No. 51) und *Arnold* (No. 131) dieses Organ speciell beschrieben. Es bedarf aber hier keiner besonderen Nachweisungen, da ausserdem durch *Zinn*, *Sömmerring*, *Treviranus* u. A. die in Rede stehende Structur Jedem hinreichend bekannt ist. Ich erinnere daher blos, dass die Linse wasserhell, im frischen Zustande durchaus gleichartig ist, einem verdichteten Gallert ähnlich erscheint, und durch den geringsten Druck nicht allein einen Eindruck erhält, sondern in ihrem Zusammenhange getrennt werden kann. Dieses Osgan steht in einer so geringen Verbindung mit seiner Capsel, dass man weder Blutgefässe, noch viel weniger aber Nerven in dasselbe eindringen sieht. Bei genauerer Untersuchung und verschiedenartiger Behandlung der Linse ergibt sich, dass das Ganze aus einer grossen Menge dünner durchsichtiger Lamellen besteht, die gleich den Schalen einer Zwiebel einander decken, so dass jede Lamelle als eine überall geschlossene Capsel anzusehen ist. Die innersten sind dichter, fester, stärker brechend, als die äussern Sichten, deren zarte Beschaffenheit sich nicht nur sogleich bei der Berührung beim Aufheben zeigt, sondern auch nach längerem Liegen im Wasser oder beim Trocknen. Denn es zerreissen diese Lamellen sogleich, und jede zerfällt in 3 oder 6 Stücke, davon jedes oval geformt, in 2 Spitzen ausgeht, die eine Spitze vorn, die andern hinten in der Achse der Linse belegen. In jeder dieser Lamellen beobachtet man erst durch eine besondere Behandlung die fasrige Structur, welche *Arnold* von Lymphgefässen herleiten will. Ihre chemische Beschaffenheit ist ganz eigenthümlich (No. 118. B. I. S. 224); sie löst sich bis auf 2, 4 proc. häutiger Substanz ganz im kalten Wasser auf; diese aufgelöste eigenthümliche Materie, welche nach *Berzelius* 35,9 proc. ausmacht, verhält sich dem

Eiweiss sehr ähnlich. Ausserdem fanden sich noch Salze in Verbindung mit thierischer Materie 3,7 proc.; der Rest ist Wasser 58,0.

Es zeigt sich hiernach, dass keine der zur Zusammenziehung nothwendigen Bedingungen vorhanden ist, denn zuerst ist die künstlich nachgewiesene Faserung durchaus unvollständig, indem die in den einzelnen Lamellen durch eine besondere Behandlung erst sichtbar werdenden Streifen durch bedeutende Zwischenräume von einander getrennt erscheinen, und jeder Streifen in seinem Zusammenhange unterbrochen ist (*Arnold*, Taf. II. fig. 9), also nichts gemein hat mit der Faserung der Muskeln oder des gelben Gewebes. Ferner besteht nur ein äusserst lockerer Zusammenhang der einzelnen Stücke der Lamellen mit einander, namentlich ist dieser Zusammenhang gerade an dem Puncte, wo die Thätigkeit sich concentriren soll, nämlich in der Achse der Linse, am allergeringsten. Da die unbedeutendste durch das Eindringen des Wassers hervorgebrachte Ausdehnung der Lamellen schon eine Trennung hervorruft, wie ist es möglich, dass eine so starke Zusammenziehung der einen und Ausdehnung der andern Seite, wobei sogar die Wölbung der Linse geändert werden soll, diese ungemein zarten Lamellen nicht zerreissen sollte? — Nimmt man hinzu, dass weder die chemische Analyse irgend eine Aehnlichkeit mit dem gelben oder dem Muskelgewebe, noch die anatomische Untersuchung Gefässe oder Nerven nachzuweisen vermag, so zeigt sich, wenn anders überhaupt die anatomische Beschaffenheit die Function eines Organs bedingt, die völlige Unmöglichkeit, der Linse Zusammenziehungen zuzuschreiben.

Home wendet ausserdem gegen die Zusammenziehungen der Linse ein (No. 34. S. 26), dass dabei dennoch der mittlere Theil der Linse, d. h. also der stärker brechende, unverändert bliebe, und der Rand, aus minder stark brechenden Schichten bestehend, allein die Möglichkeit einer Bewegung zulasse, dass aber eben dadurch der Effect einer solchen Veränderung zu gering würde.

Betrachten wir das Thierauge, dem die Fähigkeit, sich zu verändern, nicht abgesprochen werden kann, so finden wir hier bei Vielen, und gerade bei den scharfsichtigsten, z. B. den Vögeln, fast ganz runde Linsen. Da nun im Zustande der Ruhe und nach dem Tode das Thierauge fernsichtig ist, so müsste beim Nahsehen eine solche Zusammenziehung Statt finden, dass die Linse in ihrer Achse verlängert, in ihrem Querdurchmesser verkürzt würde. Dieses kann die Zusammenziehung der Fasern der Linse selbst nicht bewirken.

Es können hier endlich noch einige nicht uninteressante, doch leider nicht hinreichend genaue Erfahrungen zur Sprache gebracht werden, wo nämlich nach der Staaroperation dennoch das Auge die Fähigkeit, nah und fern zu sehen, behielt. Fälle der Art theilen uns mit *Janin* (No. 58) *Pellier* (No. 59), *Gleize* (No. 61), *Richter* (No. 60. VIII. S. 25); besonders ist ein von Letzterem beobachteter Fall (No. 60. X. S. 151) bemerkenswerth, wo ein vorher kurzsichtiges Mädchen nach der Operation fern und nah deutlich zu sehen im Stande war. Auch *Haller* (No. 13. S. 515) führt mehrere Beispiele an. *Maunoir* (No. 109) beobachtete einen Mann, der nach der Depression des Staares mit derselben Staarbrille ein 200 Schritt weit entferntes Ziel, ein Gemälde an der Wand, und die feinste Druckschrift gleich deutlich zu erkennen im Stande war. Mit Ausnahme dieser letzten Beobachtung wird in keiner genauer angegeben, welches Object und wie weit dasselbe ge-

sehen wurde; ganz vermisst man Versuche mit solchen Personen in Bezug auf die Entfernung des Fernpunctes oder des Grenzpunctes, so wie in Bezug auf die Schärfe des Gesichts. Es wäre daher sehr wünschenswerth, dass in ähnlichen Fällen in der That genauere Versuche über das wirkliche Vorhandensein einer inneren Veränderung angestellt würden.

Da sich nun die Wirkung der Muskeln, die Bewegung der Iris, die Zusammenziehung der Linse selbst, da sich die Hypothesen von einem Muskel der Hornhaut, so wie ähnlicher besonderer Organe, als durchaus unzureichend zur Erklärung der inneren Veränderungen erwiesen haben, so bleibt nur noch die Bewegung der Linse zu betrachten übrig.

Dritter Abschnitt.

Von der Bewegung der Krystalllinse als Ursache der inneren Veränderungen des Auges.

Wenn wir alle im vorigen Abschnitte zur Sprache gebrachten Verhältnisse berücksichtigen, so haben wir also den Augapfel als ein in seiner Form unveränderliches Gebilde kennen gelernt. Es befindet sich nun im Inneren dieses von den Bewegungen der umgebenden Theile unabhängigen und isolirten Raumes die Krystalllinse, von den Medien, zwischen welchen sie liegt, durch ihre ungleich stärkere Brechungsfähigkeit sehr unterschieden. Die Optik belehrt uns, dass diese grössere Dichtigkeit, so wie die Wölbung ihrer Oberflächen dazu dient, das von einem sichtbaren Puncte aus ins Auge strömende Licht weit eher wieder in einen Punct zu vereinigen, als es ohne Vorhandensein der Linse der Fall sein würde. Ein Augapfel, der ohne Linse die Lichtstrahlen in einen Punct auf der Netzhaut vereinigen soll, müsste, bei gleicher Wölbung der Hornhaut statt 10 Linien 1″8‴ in seiner Längenachse halten. — Ein anderer aus der Lage und Form der Linse hervorgehender Vortheil ist nun aber der, dass durch eine Veränderung ihrer Entfernuug von der Netzhaut, so wie durch eine Veränderung ihrer Wölbung ein Anpassen an die jedesmalige Entfernung des gesehenen Punctes möglich wird. Nehmen wir an, die Linse sei während des Betrachtens eines entfernten Punctes, wobei das Licht in parallelen Strahlen ins Auge dringt, so gestellt, dass sich diese Strahlen genau in einen Punct auf der Netzhaut vereinigen, und also ein deutliches Bild von dem ganzen gesehenen Gegenstande entstehe, so muss nun, bei unveränderter Stellung und Form der Linse ein näherer Punct nothwendig undeutlich erscheinen, denn das von ihm ausgehende Licht dringt in divergirenden Strahlen ins Auge, welche sich erst hinter der Netzhaut in einen Punct vereinigen würden. Damit aber auch von solchen nahe gelegenen Puncten das Licht sich wiederum in einen Punct auf der Netzhaut vereinige, ist es nothwendig, dass die Linse nach vorn bewegt werde, und ihre Form verändere, convexer, stärker brechend werde. Im letzten Capitel des vorigen Abschnitts suchte ich zu zeigen, dass die Linse selbst sich passiv verhalte, sich nicht selbstthätig contrahire — in diesem Abschnitte will ich nun die Veränderung ihrer Lage und Form durch die umgebenden Theile nachweisen.

Und zwar soll zuerst gezeigt werden, dass man die Ortsveränderung der Linse in der That beobachten kann. Zweitens ist, nach Zusammenstellung der verschiedenen Ansichten über die Art, wie diese Bewegung zu Stande kommen könnte, dasjenige Organ, welches allein die Linse zu bewegen vermag, der Ciliarkörper, einer genaueren Untersuchung an menschlichen wie an Thier-Augen zu unterwerfen. Dann will ich drittens versuchen, die Art, wie diese Bewegung durch den Ciliarkörper ausgeführt wird, näher zu beschreiben.

Zwölftes Capitel.

Beobachtungen über die Bewegung der Linse.

Vers. 37. Es stelle sich der zu Beobachtende, dessen Auge wohl gebildet, und weder kurzsichtig noch fernsichtig sein muss, an das Fenster bei einer so hellen Beleuchtung, dass die Pupille sich im Nah- und Fernsehen nicht ändert. Er schliesse das eine Auge, und mache nun mit dem andern den 4ten Versuch, d. h. er sehe bald auf einen 5 Zoll nahen, bald auf einen entfernten Punct. Hierbei ist genau darauf zu achten, das beide Puncte in der Augenachse sich befinden, und der *bulbus* durchaus unbeweglich bleibe. Jetzt stelle sich der Beobachter zur Seite des zu beobachtenden Auges, so dass er durch die Hornhaut die Iris deutlich im Profil sieht. Sind nun alle diese Bedingungen genau beobachtet worden, so sieht man, sobald sich das Auge für den nahen Gegenstand anpasst, die Vorderfläche der Iris in der Mitte gewölbt hervortreten, dagegen, sobald das Auge in die Ferne blickt, sich wiederum abflachen. Diesen Versuch, den ich bereits vor 11 Jahren beschrieb, habe ich bisher an 19 Individuen in dieser Weise angestellt. Die Entfernung des Grenzpunctes, die Wölbung der Hornhaut, die Farbe der Iris war hierbei sehr verschieden, ja bei 6 Personen fand selbst ein Fernpunct des deutlichen Sehens, d. h. eine geringe Kurzsichtigkeit Statt, dennoch konnte ich das Hervorwölben bei Allen, nur in sehr verschiedenem Maasse wahrnehmen. Bei jungen Personen mit normalem, gesundem Auge und stark gewölbter Hornhaut war das Hervortreten sehr deutlich und betrug, mit einem Glasmikrometer gemessen 0,5‴ bis 0,75‴. Bei zwei sehr scharf und nah wie fern deutlich sehenden Individuen mit einer kleineren Iris und mehr flacher Hornhaut erschien während des Fernsehens die Iris in der Mitte fast vertieft, und wölbte sich nur um 0,4‴. Bei Myopischen erschien die Iris auch beim Fernsehen etwas gewölbt, und das Hervortreten war gering. Bei 3″ Grenzpunct und 14″ Fernpunct trat die Iris nur um 0,2‴ bis 0,25‴ weiter hervor. Fast unmerklich war das Hervortreten bei einem Presbyopischen bei 12″ Grenzpunct. Bei einem anderen mit 9″ Grenzpunct betrug das Vorrücken 0,08‴. Da diese Versuche dem Ungewohnten sehr lästig und selbst schmerzhaft sind, so habe ich mich für jetzt mit diesen wenigen begnügen müssen, ihre öftere Wiederholung wird gewiss nicht wenig zur Aufklärung dieser Function beitragen [1]).

---

1) Bis zu einer vollständigeren Berechnung habe ich mich mit folgender Art der Beobachtung begnügt: Es wurde

Vers. 38. Ich stellte einen Taubenfalken (*falco peregrinus*), nachdem derselbe zwei Tage lang gehungert hatte, an das eine Ende eines Tisches auf meinen Schooss. Hierauf legte ich ein an zwei Fäden gebundenes Stück Fleisch in einiger Entfernung von dem Falken auf den Tisch. Jetzt zog ich bald selbst an dem einen Faden das Fleisch dem Schnabel des Thieres näher, bald liess ich einen Gehülfen dasselbe an dem anderen Faden wieder vom Schnabel entfernen. Nun gab ich auf die Vorderfläche der Iris genau Acht, und bemerkte deutlich, dass sich dieselbe beim Annähern des Fleisches auf 2, 1, ½ Fuss Anfangs in der Mitte, zuletzt aber besonders an ihrem oberen Theile bedeutend hervorwölbte, dass dagegen bei Entfernung des Fleisches die Iris sogleich flacher wurde. Ich stellte diesen Versuch im Freien an einem hellen sonnigen Tage an, damit auch hier die Pupillenweite sich nicht ändere. Die Iris liess die Form der vorderen Linsenfläche daher sehr deutlich wahrnehmen, besonders wenn das Thier sehr rasch beim plötzlichen Vorhalten des Fleisches in die Nähe sah [1]). Betrachtete ich hierbei das Auge von vorn, so bemerkte ich entweder ger keine, oder nur eine sehr geringe Veränderung der Pupillenweite, dagegen nahm ich an dem äusseren Theile der Iris deutlich eine Undulation wahr, und sah zugleich, dass der Rand der Iris sich zusammenzog, einen engeren Kreis bildete.

An Katzen habe ich diese Beobachtungen zu wiederholten Malen angestellt, aber mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen gehabt, denn, wenn man das Thier, wie etwa durch Befestigung des Kopfes, auf nur im Geringsten belästigt, so giebt es nicht mehr auf das vorgehaltene Object Achtung. Ebenso schwierig ist es, ein etwas anhaltendes Nahsehen zu erzwingen. Dagegen war mir dennoch die Beobachtung dadurch besonders interessant, dass es mir deutlicher als bei Menschen, beim Falken oder beim Hunde gelang, bei Erweiterung der Pupille die Vorderfläche der Linse selbst und das Vorrücken derselben, ohne dass sie von der Iris bedeckt war, zu beobachten. Ich erhielt hierdurch die volle Gewissheit, dass jenes Hervorwölben der Iris auch in der That keinem anderen Umstande, als eben nur der Bewegung der Linse selbst zuzuschreiben sei. Um mich aber noch mehr zu sichern, dass ich wirklich die Linse selbst gesehen hatte, tödtete ich dieselbe Katze, und erkannte nun ebenso wie im Leben die Vorderfläche der Linse. Ich steckte eine Staarnadel durch die Sclerotica bis ins Centrum der Linse, und bewegte sie mittelst einer hebelartigen Bewegung des Nadelstieles ein wenig nach vorn, da zeigte sich denn in der That ganz dieselbe Erscheinung wie beim lebenden Thiere, und man erkannte an der verschiedenen Brechung des Lichts deutlich die gewölbte Vorderfläche der bewegten Linse.

Ausserdem gelang es mir, auch bei Papageien wie beim Fuchse und beim Luchse diese Bewegung der Krystalllinse wahrzunehmen. Die hervortretende Linse wölbt beim Fuchse nicht genau die Mitte der Iris.

Vers. 39. Ich stellte das frische Auge eines jungen Hundes, wie im 23sten Versuch angegeben, in einer Oeffnung eines Bretes auf, und beobachtete wie dort auf der hinteren Fläche durch die durch-

---

zuerst beim Fernsehen der scheinbare Abstand des äusseren Randes der Pupille von der Vorderfläche der Hornhaut gemessen $= a$. Dann beim Nahsehen $= b$. Die Differenz beider Beobachtungen ergab das scheinbare Vorrücken $= c$. Dieses mit der wahren Entfernung nach Sömmerring verglichen $= 1{,}3''' = d$ giebt annähernd das wahre Vorrücken $= x$. Also $a : d = c : x$; $0{,}9 : 0{,}35 = 1{,}3 : 0{,}5$.

1) *Olbers* (No. 21. S. 18) giebt an, dass *Bidlov* dieses Hervorwölben der Iris beim Nahsehen ebenfalls an einem Vogel beobachtet habe.

scheinende Sclerotica das deutliche Bild des Fensters, so wie das undeutliche eines nahe vorgehaltenen Schlüssels. Jetzt stach ich eine Linie hinter dem Hornhautrande eine Nadel bis in die Mitte der Linse, und bewegte diese mittelst vorsichtiger Hebelbewegung um etwas noch vorn. Sogleich sah ich das Bild des Schlüssels sich rein und nett gestalten, während das des Fensters undeutlich wurde. Bewegte ich dagegen die Linse zurück, so ward wiederum das Fensterbild deutlich, das des Schlüssels undeutlich. — An dem anderen Auge desselben Thieres wiederholte ich erst den 33sten Versuch, sah aber durch einen von vorn her auf dem *bulbus* ausgeübten Druck blos eine Verschiebung der Bilder entstehen; bei einem starken Seitendrucke wurde das Bild des Fensters um ein Geringes undeutlicher; dagegen als ich nun auch hier die Linse bewegte, war der Erfolg nicht minder entscheidend, als am ersten Auge, obwohl die Häute schon etwas erschlaffter erschienen. An einen Kätzchen machte ich denselben Versuch. Das Auge betrug 8,7‴ im Längendurchmesser. Das Bild eines transparenten Kreuzes war auf näher als 7″ undeutlich, durch ein Convexglas deutlich, wärend das entfernte Bild undeutlich ward. Ein transparentes, 1 Linie breites längliches Bild erschien auf 5 Zoll Entfernung durch 2 Spaltöffnungen eines vor das Auge gehaltenen Kartenblattes (2 Linien von einander entfernt) doppelt auf der Netzhaut; durch Vorhalten eines Convexglases traten beide Bilder in eins zusammen. Nun stellte ich das Transparent auf 11½ Zoll, und erhielt ein deutliches Bild, während eine ganz kleine Kerzenflamme auf 3¼ Zoll Entfernung undeutlich erschien. Durch eine von der Seite her 1 Linie vom Rande der Cornea entfernt bis in die Mitte der Linse hineingesteckte Nadel gelang es, diese mittelst hebelartiger Bewegungen um 1,2‴ vorzurücken, wodurch sogleich das Bild der kleinen Kerzenflamme deutlich, dagegen das des entfernteren Objects undeutlich erschien. Die Anwendung eines Concavglases zeigte letzteres sogleich deutlich. Ungeachtet der Zartheit der Häute stört doch das Pigment der Chorioidea dergestalt das Betrachten des Bildes, dass eine genaue Angabe, um wie viel das undeutliche Bild breiter erscheint, als das deutliche, nicht wohl möglich ist. — Die Compression des *bulbus* mittelst eines umgeschlungenen Bandes verlängerte die Achse desselben nur um 0,1 bis 0,2‴, wobei in diesem Falle keine Veränderung in der Deutlichkeit des Bildes vorging.

Um sich die Wirkung dieser Linsenbewegung unmittelbar zu versinnlichen, brauche ich wohl kaum noch auf den 19ten Versuch zu verweisen. Es wäre übrigens recht zweckmässig, zu diesem Ende an einem künstlichen Auge die Linse so einzurichten, das sie vorgerückt werden kann, wie es durch *John Walker* (No. 105) ausgeführt worden ist. Wie die Beobachtung zeigt, dass die Ortsveränderung der Linse zum Nahsehen hinreicht, so stimmt auch die von Olbers angestellte Berechnung hiermit ziemlich überein. *Olbers* fand nämlich (No. 21. S. 3), dass, um auf 3 Zoll weit das Auge einzurichten, die Linse nur um 0,143″ vorzurücken brauche, um dagegen auf 7 Zoll weit noch deutlich zu sehen, reicht ein Vorrücken der Linse um 0,0815″ hin. Der Unterschied zwischen 0,75 und 0,97 Linien, d. h. zwischen der Beobachtung und der Berechnung, ist nicht sehr bedeutend, und wird sich vielleicht bei fortgesetzter Untersuchung durch eine später zu erwähnende Veränderung heben lassen, besonders da Olbers sowohl die Krümmung der Linse als auch ihre Brechungsfähigkeit zu gering anschlägt.

Dreizehntes Capitel.

Abweichende Ansichten über die Art, wie das Vorrücken der Linse bewerkstelligt werde.

Da diese Ortsveränderung der Linse schon seit Kepler von so vielen und verschiedenen Autoren vorausgesetzt worden ist, so mussten sich hierbei natürlich die mannichfaltigsten Ansichten über die Ausübung dieser Function bilden, welche ebenfalls in aller Kürze angeführt und geprüft werden sollen. *Kepler*, der überhaupt zuerst diese Function einer Untersuchung unterwarf, schrieb den Ciliarfortsätzen eine solche Kraft zu, dass sie gleich einem Zwerchfelle des Auges gelagert, durch ihre Zusammenziehung den Augapfel länglich oder elliptisch zu machen, und dadurch die Linse von der Netzhaut zu entfernen im Stande seien (No. 20. *p.* 26. *prop.* 63). *Scheiner* (No. 11. *Lib. III. p.* 163) stimmte ihm bei, so auch *Plempius* (No. 62. *B. III. c.* 9) und *Sturm* (No. 63. S. 13. u. S. 25. No. 64. S. 172), dem die Zusammenziehung des *corpus ciliare* durch die gleichzeitige Zusammeuziehung der Iris wahrscheinlich erschien. *Jurin* (No. 33) meint, das ruhende Auge sehe 15—16 Zoll weit zum Nahsehen werde die Hornhaut durch den musculösen Ring der *uvea* convexer, zum Fernsehen dagegen die Linse durch den Ciliarkörper abgeflacht. Ebenso unbestimmt sind die meisten älteren Ansichten, so sagt z. B. *Conradi* (No. 115. S. 4) „diese *processus ciliares* thun viel, denn sie halten nicht allein das Auge zusammen, und unterscheiden den *humorem aqueum* und *vitreum*, dass sie nicht zusammenfliessen, sondern sie ziehen den *humorem crystallinum* hinter und vor, machen das Auge länglichter und runder, nachdem es das Sehen erfordert.“ — Eine solche Veränderung in der Form des Augapfels ist nun aber theils aus den oben angegebenen Gründen unmöglich, theils würde eine weit minder kräftige Zusammenziehung, als die hier vorausgesetzte, ohnehin einen ganz anderen Erfolg haben. Es stellt nämlich schon *Cartesius* (No. 48. S. 8), obwohl er, wie oben erwähnt, die Formveränderung der Linse vorzüglich vertheidigt, die Ansicht auf, dass der Ciliarkörper den Glaskörper zurückdrücke, und dass hierdurch die Linse hervortrete. Mit der grössten Bestimmtheit spricht es *Porterfield* (No. 26. vol. I. S. 450) zuerst aus, dass der Ciliarkörper ein Muskel sei, dass das Auge beim Fernsehen sich in Ruhe befinde, und der Ciliarkörper erschlafft sei, dass dagegen nur beim Nahsehen dieser Theil wirke. *Plattner* (No. 65. S. 5) beruft sich, dieser Ansicht beistimmend, auf die Ansicht von Perrault, Briggs, Highmor u. A. Ja selbst Camper (No. 44. S. 235) meint, dass der Ciliarkörper ein wenig mithelfe. Diesen Druck auf den Glaskörper hielt auch *Zinn* (No. 67. S. 10) für wahrschsinlich, nur meinte er, dass er durch Turgescenz der Gefässe hervorgebracht werde. Ihm stimmte *Rudolphi* bei, indem er sagt (No. 22. S. 214): „es ist sehr wohl möglich, dass die Ciliarfortsätze durch ihre Turgescenz die Linse etwas vordrücken, denn der Petit'sche Canal deutet unleugbar auf eine Bewegung hin, die durch ihn möglich wird, wie die leeren Schleimsäcke, die unter den Sehnen der Muskel liegen, und ihre Bewegung begünstigen. Dafür spricht noch mehr, dass bei jeder Veränderung durch Nah- oder Fernsehen die Iris die Pupille erweitern oder verengen muss, welches wohl nicht ohne Veränderung des Strahlenkranzes geschehen kann. Bei den Thieren, wo der Canal des Fontana entwickelt ist, deutet derselbe ebenfalls auf eine durch ihn erleichterte Bewegung hin.“ *Gräfe* (No. 66 S. 231) stellt sich die Sache so vor, dass sich die Gefässe des

Ciliarkörpers bei der Contraction der Pupille mit Blut füllen, auf den Rand der Linsencapsel drücken, und so theils die Linse convexer machen, theils auch den *humor Morgagni* nach vorn drängen; dass dagegen bei erweiterter Pupille sich der Ciliarkörper gleich der Iris selbst contrahire, und dadurch die Linse flacher mache, indem die Morgagni'sche Feuchtigkeit nach dem Umfange der Linse sich verbreitet. Am meisten macht wohl *Müller* (No. 82. S. 212) die Wirkung des Ciliarkörpers plausibel, indem er als Gründe anführt: denselben Gefässbau mit der Iris, die Nerven, welche bei Vögeln, wie (nach Knox) beim Hunde und beim Affen, in dasselbe dringen, die Wirkung der Belladonna auf beide, ferner den Umstand, dass sich die Bildungsfehler der Iris auch anf den Ciliarkörper erstrecken, dass in der Thierreihe der Ciliarkörper erst da verschwindet, wo auch die Iris unbeweglich wird. Die Art der Bewegung will auch Müller aus einer Anschwellung und einem Collapsus der Gefässe herleiten. Dass auch *Brewster* (No. 81), *Heermann* (No. 141) u. A. sich für die Wirksamkeit des Ciliarkörpers erklärt haben, wird ohnehin später zur Sprache kommen. Dagegen scheint es mir von Wichtigkeit, ehe ich es versuche, die Lage und Wirksamkeit der betreffenden Theile genauer zu betrachten, zuvor auch die abweichenden Meinungen kennen zu lernen.

Als ein Curiosum führe ich *Th. Smith's* (No. 152) Ansicht hier an. Dieser Beobachter hält die *zonula* für musculös, und vergleicht ihre Structur mit den Muskeln des Schellfisches. Er stützt sich hierbei auf die Veränderungen der Linselcapsel und der *zonula* beim Eintauchen in heisses Wasser, und meint: eine mittlere Convexität der Linse entspreche dem Zustande der Ruhe; ein Zusammenziehen des Capselgürtels wölbe die Linse für nähere Gegenstände, ein Zusammenziehen der Strahlen der *zonula* flache sie ab, und diene beim Fernsehen. Uebrigens ist diese Ansicht nicht neu, sondern es hielt schon *Camper* (No. 44. S. 235. No. 55 S. 301) eine muskelartige Zusammenziehung der *zonula* für möglich, und spricht diese Möglichkeit ebenso unbestimmt aus, wie die Möglichkeit der Mitwirkung anderer Organe. Nach Camper ist *Döllinger* als Vertheidiger der Musculosität der *zonula* aufgetreten (No. 167), aber bereits von *Baerens* (No. 57. S. 16) bekämpft werden.

Die Zweifel, welche *Olbers* (No. 21. S. 24) erhob, scheinen mir der Hauptgrund, weshalb man von einer so einleuchtenden Erklärung des ganzen Herganges abwich, daher diese denn zuerst beleuchtet zu werden verdienen. Zuerst sagt Olbers, die Linse müsste bis zur *uvea* vorrücken; indem er sich dabei auf seine Berechnung beruft, meint er, diese Distanz sei ungleich geringer als die erforderliche Ortsveränderung. Die Beobachtung, dass die Iris selbst von der Linse hervorgetrieben wird, entkräftet einen solchen Einwurf vollkommen. Zweitens, der Ciliarkörper habe keine musculöse Structur, wie Haller, Zinn, Ruysch gezeigt. Auf jeden Fall hat der Ciliarkörper eine der Iris analoge Structur, ob eine noch festere, wird eine genauere Untersuchung zeigen. Drittens, der Ciliarkörper sei zu schwach angeheftet. Dieses wird durch die Zerlegung frischer Säugethier- und Vögelaugen vollkommen widerlegt, indem sich gerade hier die festeste Anheftung unter allen Theilen des Augapfels zeigte. Viertens, im Hasen- und Wolfsauge heften sich die Ciliarfortsätze nicht an die Linse, sondern an die Iris. Dieses beruht nur auf einem Irrthume.

Noch weniger haltbar ist der von Treviranus gemachte Einwand (No. 132. S. 522), der äussere Kreis der Iris und der Ciliarkörper seien zu so starken Contrationen, wie zur Formänderung des Augapfels erforderlich wären, zu schwach. Daraus folgt aber nicht, dass sie zur Compression des Glaskörpers und zum Vordrängen der Linse zu schwach sind. Ausserdem sagt Tr. nur noch, dass eine zurei-

chende Kenntniss der Theile das Irrige dieser Ansicht lehre; später macht Tr. nur gegen Brewster einen Einwand (No. 129. S. 57), schweigt aber ganz über das, was Rudolphi und Müller vorbrachten.

Ritter (No. 139. S. 481) wendet ein, dass sich beim todten Auge ein gleich deutliches Bild von entfernten wie von nahen Gegenständen abbilde; dagegen setzte ich Volkmann's und meine Beobachtungen (siehe Vers. 23). Zweitens, dass bei den Vögeln die Ciliarfortsätze fest an die Linse selbst anheften; dieses hindert die Zusammendrückung des Glaskörpers keineswegs. Drittens, weil beim Menschen ein Druck auf den Rand der Linsencapsel, wie Gräfe meint, nicht Statt finden könne, weil der Gegendruck fehlt. Dieser Einwand ist giltig gegen Gräfe, schliesst dagegen die Zusammendrückung des Glaskörpers nicht aus. Endlich meint Ritter, die Theorie der Irisbewegung, auf welche die Ansicht (von der Turgescenz) sich gründet, sei zweifelhaft. Mir scheint sie gleichgiltig, da es doch feststeht, die Iris ziehe sich zusammen.

Volkmann's Einwand (S. 179) bezieht sich auf die Ortsveränderung des Bildes. Eine solche müsste nämlich durch Dislocation der Linse hervorgebracht werden. Dieses sucht V. durch einen sehr interessanten Versuch nachzuweisen. Die Bilder zweier Objecte, welche hinter einander in einer Linie mit dem Achsen- oder Drehpuncte des Auges aufgestellt sind, decken sich nämlich stets, das Auge mag nun fern oder nah sehen; dieses könne aber doch nicht Statt finden, wenn die Linse sich wirklich verschöbe. Betrachten wir indess die hierauf sich beziehende fig. 27, so ergiebt sich, dass nur dadurch eine Dislocation Statt findet, weil in der Zeichnung die Brechung gar nicht angedeutet worden. Diese wird aber durch das Vorrücken der Linse stärker, weil die Neigung des Strahles zu der Oberfläche der Linse dann bedeutender wird, und es trifft daher des Bild dennoch auf dieselbe Stelle der Netzhaut.

Endlich könnte in Folge der oben angeführten Beobachtungen noch eingewendet werden, dass Personen, welche am grauen Staar litten, und denen die Linse entfernt wurde, nah und fern gesehen haben sollen. Hiergegen bemerke ich nur, dass überhaupt die vorhandenen Beobachtungen höchst unsicher sind, dass *Young* mit dem Porterfield'schen Optometer den Punct des deutlichen Sehens unverändert fand, dass Volkmann (S. 173) bei solchen Personen ebenso wenig eine Accommodationskraft nachweisen konnte. Wenn ich mein Auge für eine Entfernung von 20 Zoll einrichte, so gelingt es mir noch allenfalls, ein entferntes Ziel zu sehen, ein Gemälde an der Wand zu erkennen, und eine feine Druckschrift zu lesen, ohne das Auge zu verändern. Da es übrigens durch die Untersuchungen von Wilh. *Sömmerring* (No. 94), *Vrolik* (No. 95), *Middlemore* (No. 96) und *Cocteau* (No. 97) erweisen ist, dass sich die Krystalllinse regenerire, so halte ich auch das Wiederkehren der Anpassungsfähigkeit gar nicht für so unwahrscheinlich.

Da also in der That eine Kraft vorhanden ist, welche die Linse bewegt, so ist zunächst festzustellen, ob dieselbe die Linse vorrückt und zurückdrängt, oder ob sie nur in einer Beziehung thätig ist, wärend der entgegengesetzte Zustand als der der Ruhe anzusehen wäre? — Mit ziemlicher Gewissheit scheinen die bisherigen Erfahrungen dafür zu sprechen, dass das Accommodationsvermögen beim Fernsehen ruhe, und nur beim Nahsehen thätig sei. Das Todtenauge ist, nach dem 23sten Versuche, so wie nach dem 39sten Vers. zu urtheilen, für entfernte Objecte eingerichtet, wobei doch wahrscheinlich das wirksame Organ im Ruhezustände sich befindet. Ebenso ruht sich das lebende Auge im Fernsehen aus, und wird, wenn entfernte Gegenstände nicht gerade scharf fixirt werden, vom Fernsehen nie müde. *Olbers* (No. 21. S. 14) bemerkt, dass beim Nachdenken, d. h. also, wenn wir die Aufmerksamkeit der

Thätigkeit des Auges entziehen, nahe Gegenstände undeutlich werden. Dasselbe geschieht bei zu grosser Müdigheit. Ein anhaltendes Fernsehen schwächt die Accommodationskraft, wie ich bei jungen rüstigen Landleuten, Schiffern, Kriegern zu beobachten Gelegenheit gehabt habe — so dass sie nur mit Mühe nahe Gegenstände ins Auge fassten, und leicht bei Betrachtung derselben ermüdeten. Besonders interessant war mir die Beobachtung eines jungen Officiers, der eine so acquirirte Fernsichtigkeit im Verlaufe weniger Monate bei häuslichen Studien wieder ganz verlor. Hier fand offenbar eine zu lange Unthätigkeit eines Organs Statt, das seine Function zwar noch ausüben kann, aber nicht mit gehöriger Energie wirkt[1]). Ich will nicht einmal erwähnen, dass bei alten Personen Weitsichtigkeit Statt findet, dagegen ist das wohl bemerkenswerth, dass das entzündete Auge nicht ohne Schmerz nahe sehen kann, dagegen ohne Nachtheil in die Ferne. Sehr beweisend ist die Anwendung des Bilsenkrauts, denn da dieses Mittel, welches die Muskelkraft schwächt, auch das hier wirksame Organ lähmt, und dadurch Fernsichtigkeit hervorbringt, so ist doch unwidersprechlich das Auge beim Fernsehen im Ruhezustande; das sogenannte weitreichende, weittragende Auge ist aber nur dasjenige, welches schärfer sieht, eine reizbarere Netzhaut besitzt (Vers. 9). Wenn also das Auge beim Fernsehen sich im Ruhezustande befindet, so brauchen wir nach keinem Organe zu forschen, welches die Linse zurückzieht, sie liegt ohnehin der Netzhaut nah genug. Dagegen finden wir auch bei Betrachtuug der Umgebung der Krystalllinse ebenso wenig ein Organ auf, welches unmittelbar diesen Theil nach vorn bewegen könnte. Es muss also eine ganz besondere Vorrichtung sich hier in der Umgegend der Krystalllinse auffinden lassen, welche mittelst einer der Muskelcontraction ähnlichen Zusammenziehung die Linse nach vorn treibt, wobei die wässrige Feuchtigkeit, da die Linse in sie hineingedrückt wird, einen Raum gewinnt, um zur Seite auszuweichen. Eine solche Vorrichtung muss im Innern des Augapfels vor sich gehen, ohne dessen Gestalt zu verändern. Sie muss sich endlich bei allen höheren Thieren vorfinden, denen wir wegen der vollkommnen Ausbildung des Gesichtsorgans die Fähigkeit, nah nnd fern deutlich zu sehen, zusprechen können. Nach einer wiederholten Betrachtung der Lage der die Linse umgebenden Theile sowohl im Auge des Menschen als in dem Auge verschiedener Säugethiere und Vögel muss ich mich daher Denen anschliessen, welche im Ciliarkörper das hier wirksame Organ zu finden glaubten. Damit aber die Art, wie der Ciliarkörper durch seine Zusammenziehung das Hervordrängen der Linse zu Stande bringt, deutlich werde, wollen wir vorher die Lage und die Varbindungen dieses Organs zunächst beim menschlichen Auge, sodann bei dem Auge verschiedener Thiere kennen lernen, und uns sodann erst zur Betrachtung der Art seiner Wirkung wenden.

---

1) Ganz anders ist der umgekehrte Zustand. Ein kurzsichtiges Auge, oder überhaupt ein Auge, das einen Fernpunct hat, kann, aller Anstrengung ungeachtet, nicht über diesen Fernpunct hinüber deutlich sehen.

Vierzehntes Capitel.

Lage und Verbindung des Ciliarkörpers im menschlichen Auge.

Das menschliche Auge ist so vielfältig untersucht, beschrieben, abgebildet, gemessen worden, dass es anmaassend erscheinen würde, hier noch etwas Neues hinzufügen zu wollen. Da indess Dasjenige, was in der folgenden Beschreibung etwa von dem Bisherigen abweichend erscheinen möchte, erst in Folge häufig wiederholter Untersuchungen von mir selbst als gewiss angesehen worden ist, da ich in den früheren Beschreibungen so Vieles fand, was meine eigenen Untersuchungen bestätigt, da endlich die weiter unten folgenden vergleichend-anatomischen Beschreibungen den Gegenstand, wie mir es scheint, vollkommen deutlich machen, so glaube ich ihn nicht länger der Prüfung Sachverständiger vorenthalten zu dürfen, damit das Irrige berichtigt, das Wahre aber als ein neuer Beitrag zur Kenntniss des Körperbaues aufgenommen werden möchte.

Die Hornhaut geht bekanntlich an ihrem Umfange in eine scharfe Kante aus, über welche an der Aussenfläche die weisse feste Augenhaut so weit hinüberragt, dass auf der Durchschnittsebene eine schräge, gezackte Grenze zwischen beiden sichtbar wird, jene scharfe Kante selbst aber an der inneren Fläche ein wenig vorragt (Taf. I. fig. VII. c) [1]). Die Anheftungen der Iris (i), des *orbiculus ciliaris* (r), des *corpus ciliare* (g h) befinden sich nun unmittelbar hinter diesem Hornhautrande, und diese Verbindungen wollen wir nun zunächst betrachten.

Durchschneidet man an einem möglichst frischen Auge die *sclerotica* im Umfange des Augapfels, und hebt sie von der *chorioidea* ab, so sieht man, die hinübergehenden Nerven und Gefässe abgerechnet, keine Verbindungsfasern zwischen beiden Häuten, sondern es erscheint die Innenfläche der *sclerotica* glatt und von der sie deckenden *lamina fusca* schwärzlich [2]). Ebenso glatt und glänzend, dabei dunkel schwarz zeigt sich die Aussenfläche der *chorioidea* [3]).

In dem freien Zwischenraume zwischen beiden Häuten befindet sich etwas Flüssigkeit [4]). Dieses Verhältniss beider Häute zu einander bleibt sich überall gleich bis zu der Stelle, wo an der Innenfläche der *chorioidea* die *ora serrata retinae* anliegt. Die von *Arnold* bezeichnete festere Verbindung zwischen der festen Haut und der Aderhaut, welche letztere auch eben hier eine andere Beschaffenheit erhält, findet nämlich daselbst Statt. Man sieht sie aber nur bei ganz frischen Augen; nach dem Aufhören der Todtenstarre hat sie sich bereits gelöst. Die *lamina fusca scleroticae* scheint hier etwas dichter zu werden, und in der Richtung von hinten nach vorn zur *chorioidea* hinüber zu

---

1) Siehe die Durchschnittszeichnung von *Sömmerring* (No. 163. Taf. I) und *Krause* (No. 151. Taf. III) — und die meinige Taf. I. fig. VII.

2) *Zinn*, *Meckel*, *Schlemm*, *Fränzel* verfolgten diese *lamina fusca* bis zur Hornhaut (No. 158. S. 12).

3) *Arnold* (No. 131. S. 34) stellte beide Häute als *arachnoidea oculi* am Auge eines Fötus im Zusammenhange dar, und will dabei vorn, am äusseren Umfange des *orbiculus ciliaris* einen Uebergang der einen Platte in die andere wahrgenommen haben. Die Ciliarnerven und Gefässe werden von der die *chorioidea* überziehenden Platte bedeckt.

4) *Zinn* (No. 149. S. 25) vergleicht diese Flüssigkeit mit anderen serösen Flüssigkeiten, ebenso *Schreiber* und *Arnold* (No. 131. S. 33).

gehen. Schneidet man das Auge horizontal durch, so sieht man durchsichtige Fasern, welche *sclerotica* und *chorioidea* verbinden, die hintersten sind, wie gesagt von hinten nach vorn zur *chorioidea* gerichtet (T. I. Fig VII. 9), vor diesen liegen kürzere Fasern, welche unmittelbar von innen nach aussen gehen, die vordersten dagegen treffen mit den hinteren in einem stumpfen Winkel auf der *chorioidea* zusammen, und sind von dieser aus schräg nach vorn wieder gegen die *sclerotica* gerichtet (o). Aeusserst selten gelang es mir, von vorn her die *sclerotica* ablösend, diese vordern Fasern zu durchschneiden, so dass nur die hinteren hafteten, leichter konnte ich die hinteren für sich abtrennen, so dass nur mittelst der vordern die Verbindung fortbestand, am deutlichsten aber zeigt der Durchschnitt (wie ich es zweimal besonders an ganz frischen gefrorenen Augen beobachtete) die Form dieser Verbindung. Sie stellt ein stumpfwinkliges Dreieck dar (*β*), dessen stumpfer Winkel an der *chorioidea* festsitzt, während die beiden spitzen Winkel nach vorn und hinten gerichtet an der *sclerotica* anliegen. Um die bereits vorhandenen Namen zu benutzen, wollen wir diese Verbindung *ligamentum ciliare*, Strahlenband nennen. Löst man an einem frischen Auge eines jungen Subjects diese ganze Verbindung, indem man das Messer dicht an der *sclerotica* hinführt, so bleibt ein erhabener Rand auf der *chorioidea* (bei p) zurück, an welchem ein flockiger, im Wasser flottirender schmaler Saum (q) haftet. Ungleich schwieriger und nur bei ganz frischen Augen gelingt es, das *ligamenmentum ciliare* dergestalt von der *chorioidea* abzulösen, dass es auf der *sclerotica* zurückbleibt. Vor diesem Saume (bei o) ist die *sclerotica* nur locker an den ihr anliegenden Theil geheftet, kann leicht abgehoben werden, und erscheint glatt [1]).

Die Aussenfläche der *chorioidea* erscheint an der Anheftungsstelle des *ligamentum ciliare* (bei p) weniger schwarz, mehr bläulich, dagegen wird sie vor diesem Saume von einer weisslich gelblichen gallertartigen, dem Zellgewebe ähnlichen Masse in der Breite von etwa 0,8‴ überzogen. Dieses ist der *orbiculus ciliaris* — Strahlenkreis (r). Bei der blossen Betrachtung von aussen, wie es gewöhnlich geschieht [2]), wird die Lage und Anheftung desselben durchaus nicht deutlich, dagegen die Durchschnittsansicht sogleich das wahre Verhältniss erkennen lässt. Man sieht hierbei nämlich, dass dieser Theil eine Membran ist, deren hinterer Rand (bei *α*) mit der Aussenfläche der *chorioidea* (eigentlich das *corpus ciliare*) dicht vor der eben beschriebenen Anheftung auf das Festeste zusammenhängt, deren vorderer Rand (bei m) an den scharfen Rand der Hornhaut angeheftet ist, und hier mit der Wasserhaut in unmittelbarer Verbindung steht [3]). Schneidet man einen Lappen der Hornhaut bis zum

---

1) *Eble* (No. 159. S. 165) sagt hierüber: Hat man die *sclerotica* im vorderen Dritttheil kreisförmig durchschnitten, behutsam von der Aderhaut getrennt, und auf die Gefühlsfläche des Zeigefingers zurückgebogen, so wird man finden, dass die Verbindung beider Häute erst da inniger zu werden beginnt, wo das Strahlenband (d. h. der *orbiculus ciliaris*) zum Vorschein kommt. Nichts destoweniger trennt schon der leiseste Druck oder Zug diese Verbindung bis beinahe zum vorderen Rande des Strahlenbandes (*orbiculus ciliaris*), welcher sich an den Vereinigungspunct zwischen *sclerotica* und *cornea* anheftet. Diese Verbindung wird durch die Haut der vorderen Augenkammer etwas verstärkt.

2) *Eble* (No. 159. S. 159) beschreibt den *orbiculus cil.* in dieser Weise genauer, stellt die verschiedenen Ansichten über dessen Natur zusammen, gibt die mannichfaltigen Namen an, welche die Anatomen ihm zugetheilt haben, und macht vorzüglich auf die reiche Gefäss- und Nerven-Verzweigung innerhalb dieses weisslichen Zellgewebes aufmerksam.

3) *Descemet* (No. 164. S. 23) hat zuerst diese Verbindung nachgewiesen. *Zinn* beschreibt diese Gegend folgendermaassen (No. 149. S. 46): *Quemadmodum autem choroides ubique praeter vascula multa cellulositate, quam secun-*

Rande der Iris und schlägt ihn zurück, so kann man, indem man das Messer dicht an den Rand der Iris hält, diesen von dem Hornhautrande dergestalt lösen, dass der *orbiculus ciliaris* mit eben diesem Rande der Hornhaut in Verbindung bleibt, während die Innenfläche des *orbiculus* von dem den Irisrand zunächst umgebenden Theil des *corpus ciliare* (γ) sich nach Durchschneidung einiger Fasern ablösen lässt. Da nun die Aussenfläche des *orbiculus* ohnehin nur lose der *sclerotica* adhärirt (bei *α*), so bildet jetzt, wenn man gleichzeitig die *cornea* vorn und die *sclerotica* hinten aufhebt, der *orbiculus* eine durchscheinende Scheidewand zwischen der vorderen Augenkammer und dem Raume zwischen *sclerotica* und *chorioidea*. Löst man nun den hinteren Rand des *orbiculus* von dem *corpus ciliare* ab, so bleibt er mit dem vorderen Rande an der Hornhaut hängen, und nach 3—4 tägigem Maceriren kann man ihn, besonders bei jüngeren Subjecten, im Zusammenhange mit der Descemet'schen Haut (k) abziehen. Wenn man dieses Ablösen von vorn nach hinten mit Vorsicht bewerkstelligt [1]), d. h wenn man die Verbindungsfasern, welche von dem Hornhautrande zum Irisrande (i) und hinter diesen vor der Innenfläche des *orbiculus* zur Aussenfläche des Ciliarkörpers hinübergehen (bei h), durchschneidet, so bleiben die Nerven- und Gefässgeflechte auf der Aussenfläche des Ciliarkörpers zurück. Trennt man dagegen, wie das gewöhnlich geschieht, den vorderen Rand des *orbiculus ciliaris* von dem Hornhautrande, so bildet dieser, oder eigentlich der Rand der Descemet'sche Haut einen kleinen Vorsprung, der von verschiedenen Anatomen, z. B. von *Weber*, *Fränzel*, gesehen und beschrieben worden ist. Der *sinus venosus Hovii* oder *canalis Schlemmii* (l) befindet sich gerade hinter diesem Vorsprunge der Descemet'schen Haut in dem Winkel, den der *orbiculus* bei der Anheftung seines Vorderrandes mit der *sclerotica* macht. Die kleine Oeffnung, die sich hier beim Durchschnitte zeigt, ist aber wohl nicht mit dem Raume zu verwechseln, der gewöhnlich *canalis Fontanae* genannt wird, und den ich von jetzt an zum Verständniss der vergleichend-anatomischen Beschreibungen *canalis Fontanae medius* (*α*) nennen werde. Dieser beim Menschen nicht beobachtete Zwischenraum ist ebenfalls nur im ganz frischen Auge nachweisbar [2]). Er liegt zwischen der Aussenfläche des *orbiculus ciliaris* (r) und der Innenfläche der *sclerotica*, welche hier noch einen dünnen Ueberzug (n) zeigt, wird hinten von dem *ligamen-*

---

dum ductum vasorum copiosiorem deprehendimur, scleroticae adhaeret; ita tamen ad lineae fere distantiam a corneae origine sensim obduci incipit cellulosa alba, brevi, molli, lubrica et aqua semper turgida, posterius tenuiori, et laxiori, anteriora versus sensim aucta et densiori, quae annulum album (orbiculum ciliarem) refert, et arctius inprimis vinculum constituit, cujus ope choroides accurate cum sclerotica conjungitur. *Döllinger* (No. 167. S. 270) sagt, es breite sich über die ganze äussere Fläche der *chorioidea* eine eigene, wiewohl sehr dünne und nur an den Stämmchen der Ciliarnerven sichtbare Haut von der Natur der serösen Häute aus. Diese verdicke sich nach vorn und gehe bis zum Rande der *sclerotica*, wo sie sich mit der unter ihr gelegenen Drüsen- oder Knorpelmasse zum *ligamentum ciliare* (d. h. *orbiculus ciliaris*) umgestalte. Auch *Reich* und *Jacobs* (No. 164. S. 24) sahen die Wasserhaut unmittelbar in den *orbiculus ciliaris* übergehen.

1) Auch *Eble* bemerkt (No. 159. S. 164), dass in dieser Richtung das Ablösen sehr leicht von Statten geht; weiter unten (S. 165), dass der Vorderrand sich fest an die Hornhaut heftet.

2) Ueber den *Canalis Schlemmii* siehe *Retzius* in *Müller's* Archiv 1834. 3. S 292. Ueber den Fontana'schen Canal siehe *Arnold* (No. 131. S. 10). Die Beschreibung *Murray's* (No. 153. S. 49) ist eben so unbestimmt wie die *Hegar's* (No. 156. S. 15). Aus der genaueren Betrachtung dieses Zwischenraumes an Thieraugen zeigt sich, dass man drei verschiedene Canäle mit demselben Namen benannt hat.

tum ciliare (o), vorn von der Verbindung des *orbiculus* mit der *cornea* geschlossen und hat eine Breite von etwa 0,6‴.

Aus dem Vorhergehenden ergäbe sich somit, dass die Descemet'sche Haut (k), weint entfernt davon, die Vorderfläche der Iris zu überziehen, sich vielmehr in den *orbiculus ciliaris* (r) fortsetzt, und es ist mir höchst wahrscheinlich, dass auch dieses Gebilde mit dem serösen Ueberzuge der *chorioidea* sich vereinigt (in einem Spiritus-Präparate konnte ich den *orbiculus ciliaris* von vorn her fassen, und seine Fortsetzung als Aussenplatte der *chorioidea* im Zusammenhange abziehen), so dass also der ganze *bulbus* von einer zusammenhängenden serösen Membran umgeben wird, welche gleich den übrigen Membranen am Umfange der Linse eine besondere Modification als *orbiculus ciliaris* erleidet, lockerer wird und die Nerven- und Gefässgeflechte theils deckt, theils in sich enthält [1]).

Die Anheftung der Iris wird vor dem *orbiculus ciliaris* auf eine ganz besondere Weise und ganz unabhängig von dem *orbiculus* selbst bewerkstelligt (i). Um diese Anheftung kennen zu lernen, schneide man einen Lappen aus der Hornhaut bis zum Rande der Iris, und lege diesen Lappen zurück; da bemerkt man leicht zwischen dem Umfange der Hornhaut und dem Rande der Iris einen Zwischenranm (i), welcher etwa 0,3‴ bis 0,35‴ beträgt. Man kann ihn verschwinden machen, indem man die Hornhaut dem Irisrande nähert, dagegen wird er um so deutlicher, je mehr man den Hornhautlappen anzieht und hebt. Betrachtet man diesen Zwischenraum unter Wasser, so erscheint er gleichförmig grau. Der Rand der Iris bildet beim Anziehen des Hornhautlappens deutliche zackige Vorragungen, welche etwa 0,2‴ bis 0,3‴ von einander entfernt sind. Wenn man die Iris zerrt, und hin und her schiebt, so erkennt man leicht, dass diese Zacken an die Hornhaut angeheftet sein müssen. Deutlich aber sieht man diese Anheftung erst im Durchschnitte. Es hat dann nämlich das Ansehen, als theile sich die Descemet'sche Haut gerade da, wo man einen 0,25‴ breiten, schwärzlichen Saum am Hornhautrande bemerkt (bei m), in zwei Lamellen, davon die eine in den *orbiculus ciliaris* (r) übergeht, und diesen bildet, die andere, innere, dagegen sich zur Vorderfläche der Iris hinüber begibt [2]). Zwischen beiden Lamellen und der Aussenfläche des Vordertheils des *corpus ciliare* erscheint ein dreieckiger mit etwas Zellgewebe gefüllter Raum (γ), in welchen man eine Borste mit Leichtigkeit einbringen kann. Die Beschaffenheit dieser Anheftung der Iris erkennt man erst, wenn man das Auge wieder aus dem Wasser nimmt, den Hornhautlappen zurücklegt und anzieht, und mit einem feinen Löschpapiere den Winkel zwischen *cornea* und Irisrand trocknet. Es ist dann nicht zu verkennen, dass jede jener kleinen Hervorragungen am Rande der Iris in eine durchsichtige Faser ausgeht, die sich zum Hornhautrande begibt, so dass die Anheftung der Iris ringsum durch ei-

---

1) *Unna's* Ansicht ist (No. 164. S. 28), dass die *arachnoidea oculi*, aus zwei Platten bestehe, wovon die eine die *chorioidea* überziehe und vorn in den serösen Ueberzug der Vorderfläche der Iris übergeht, die andere als *lamina fusca* die *sclerotica*, als Descemet'sche Haut die *cornea* überzieht; am *orbiculus ciliaris* verwachsen beide serösen Häute mit einander. So plausibel dieses klingt, so stimmt es dennoch nicht mit dem wahren Verhalten dieser Theile überein, wovon sich *Unna* am Pferdeauge selbst überzeugte (S. 22).

2) Daher meinen auch Mehrere, z. B. *Hegar* (No. 156. S. 10) und *Salomo* (No. 165. S. 25), dass die Descemet'sche Haut sich am Rande der Hornhaut in der That in zwei Platten theile, die zum *orbiculus* und zur Iris hinübergehen.

nen Kranz zarter, durchsichtiger Fasern zu Stande kommt (*ligamentum pectinatum iridis*). Man sieht frei zwischen den Fasern hindurch in einen dreieckigen Canal (γ), der von diesem kammförmigen Bande vorn, von dem *orbiculus ciliaris* aussen, und von dem Vordertheile des *corpus ciliare* innen umgeben wird, und mittelst der Zwischenräume zwischen den durchsichtigen Fasern mit der vorderen Augenkammer communicirt [1]). Das bezeichnete *ligamentum pectinatum iridis* bildet aber nicht die alleinige Verbindung, sondern man sieht unter diesen Fasern kürzere in eben der Richtung von dem *orbiculus cilaris* zur Aussenfläche des *corpus ciliare* hinübergehen. Diese Fasern gehen unmittelbar von der Innenfläche der Descemet'schen Haut aus, und heften sich an ein den Irisrand umgebendes Netzwerk, unter welchem die Ciliarnervengeflechte verschwinden [2]). Man kann nun wie gesagt alle diese Fasern durchschneiden, ohne den *orbiculus ciliaris* zu lösen oder zu verletzen, und macht dadurch den erhabenen Rand der Iris deutlich sichtbar, so wie den Canal hinter diesem erhabenen Rande, oder den *canalis Fontanae anterior*. Schwieriger dagegen ist es, den *orbiculus ciliaris* von hinten her so abzulösen, dass die vordersten Fasern unverletzt bleiben, und man zwischen denselben hindurch in die vordere Augenkammer schauen kann [3]).

Der Strahlenkörper (*corpus ciliare*) (g—h) ist der vordere verdickte Theil der *chorioidea* vor ihrem Uebergange in die Iris. Er reicht von der *ora serrata retinae* bis zum Rande der Iris. Seine Breite beträgt an der Schläfenseite 1,3‴, an der Nasenseite 0,9‴. Seine äussere Fläche wird von dem *ligamentum ciliare*, vom *orbiculus ciliaris* und vom *canalis Fontanae anterior* bedeckt, während seine Innenfläche von Pigment überzogen, sich an die Falten der *zonula ciliaris* anheftet. Man unterscheidet mit Recht den äusseren oder hinteren Theil dieser ringförmigen Membran von dem inneren oder vorderen. An jenem verlaufen nämlich die Gefässe, welche in der *chorioidea* ein unregelmässiges Netz bildeten, regelmässig strahlig parallel neben einander hin von der *ora serrata* aus

---

1) *Zinn* hatte sich überhaupt von dem Uebergange der *chorioidea* in die Iris keine richtige Ansicht gemacht (No. 149. S. 48); er beschreibt aber auch die Anheftung der Iris (S. 89) sehr kurz: *ad corneae internum ambitum alligatur et sulco sive circulo nigro corneae internam faciem limitanti, firmissime accrescit.* — *Hegar* (No. 156. S. 19) dagegen hat, gestützt auf vergleichend-anatomische Untersuchungen, die Art der Anheftung nicht übersehen, indem er sagt: *semper lamellae Descemeti originem ab orbiculo ciliari et externa iridis facie proficiscentem in animalium et hominum oculis inveni, ita ut sine errore hanc originem naturalem et omnibus communem esse affirmare possimus; in bove enim, sue, cane, lepore, cato, cuniculo, et avibus variis semper observavi fibrillas tenuissimas et singulas ex circumferentia concavae corneae partis ad iridem et orbiculum ciliarem adeuntes, quarum intervalla ad liquoris alicujus transitum faciendum mihi destinata esse videntur.* Und weiter unten (S. 15): *fibrillis laminae cornea internae ad iridis limbum externum aggredientibus, ipsoque hoc limbo scleroticae adnato confinitur canalis noster (ciliaris) ad latus internum.* Endlich sah *Hegar* die Zwischenräume zwischen den einzelnen die Iris anheftenden Fasern. *Ribes* sah die Fasern der Iris beim Pferde und nennt sie auch *ligamentum iridis* (No. 165).

2) Es ist daher ein sehr verzeihlicher Irrthum, wenn *Schlemm* (No. 166) diese Fasern für Nerven hält, welche zur Hornhaut gehen. Dass sie aber in der That nicht mit den Nervenfasern zusammenhängen, zeigt insbesondere die Untersuchung des Hundeauges sehr deutlich, weil die Ciliarnerven an demselben ungleich stärker sind als beim Menschen, und man daher das Netzwerk über den Nerven sehr wohl von diesen selbst unterscheiden kann.

3) Die verschiedenen Ansichten über die Anheftungsweise der Descemet'schen Haut theilt *Unna* in seiner Monographie mit (No. 164). Da die Verbindung des *ligamentum ciliare* mit der Wasserhaut, da ferner die membranöse Structur des *orbiculus* und die Beschaffenheit des *lig. iridis* erst nach Betrachtung der Thieraugen recht deutlich wird, so werde ich auch erst am Schlusse des sechzehnten Capitels eine Uebersicht der Lage der Theile geben.

nach vorn zu. Es erhebt sich hier diese Innenfläche des *corpus ciliare* in schmalen Leisten oder Streifen, welche nur sehr wenig über die Oberfläche hervorragen (siehe *Zinn*, S. 58). Zwei bis vier solcher Streifen gehen nun etwa in der Mitte der Breite des *corpus ciliare* in einen *processus ciliaris*, oder Strahlenfortsatz, Strahlenleiste (s) aus, welche mit der einen scharfen Kante an die Innenfläche des Strahlenkörpers angeheftet ist, mit der anderen sich zwischen die Falten der *zonula* einsenkt, nach vorn zu breiter wird, und abgerundet (u) endigt. — 70 solcher Leisten ragen auf diese Weise an der Innenfläche des *corpus ciliare* hervor. Zwischen ihnen sieht man nach Entfernung des Pigments an der Innenfläche des *corpus ciliare* die Gefässe zwar in derselben Richtung wie am äusseren, hinteren Theile verlaufen, ausserdem aber auch querlaufende und in Netze vereinigte Fibern. Dieser vordere Theil des *corpus ciliare* (h) ist überhaupt dichter, fester, aber auch dicker als der hintere, und wird aussen von dem Nervengeflechte der Ciliarnerven, über diesen vom *orbiculus ciliaris* bedeckt. Ob jene Querfibern an der inneren Oberfläche, so wie die im Innern des Ciliarkörpers zu unterscheidenden netzförmigen Fibern wirklich musculöser Natur sind, mag für jetzt noch dahingestellt bleiben, wird aber durch die neueren Untersuchungen über die Structur der Iris, welche im Uebrigen so sehr mit dem Ciliarkörper übereinstimmt, wahrscheinlich. Es ist wohl zu bemerken, dass dieses festere Gewebe nur dem Ciliarkörper allein zukommt, dessen Dicke man im Durchschnitte sehr wohl wahrnehmen kann, dass dagegen die Ciliarfortsätze oder Leisten ungleich zarter sind. So dass, wenn man im Ciliarkörper das bewegende contractile Organ sehen will, diese Leisten durchaus nichts zur Bewegung beitragen, sondern nur zur Anheftung dienen können.

Die Strahlenleisten (*processus ciliares*) sind von ihrem spitzen Anfange bis zu ihrem abgerundeten Ende durchaus flach, membranös, bestehen nur aus einem Blutgefässnetze, und sind von einer Pigmentschicht überzogen. Betrachtet man sie, nachdem man den *bulbus* quer durchschnitten, durch den Glaskörper, so sieht man auf ihre scharfe Kante, und sie erscheinen gleich Linien. Dieselbe Ansicht erhält man, wenn man von dem gefrorenen Auge im Freien die *chorioidea* und das *corpus ciliare* so ablöst, dass diese Leisten zurückbleiben. Man sieht dann von der convexen Seite her gleichfalls auf ihre scharfe Kante. Ihre Form erkennt man aber am besten am Längendurchschnitte eines gefrorenen Auges. Hier bildet jede Leiste ein Oval, dessen Längenachse, in der Richtung des Ciliarkörperdurchschnitts liegend, etwa 0,8‴ beträgt, dessen Breite 0,4‴ hält. Das hintere Ende dieses Ovals geht in eine, dem Ciliarkörper, wie bereits erwähnt, angeheftete Spitze aus, das vordere Ende (u) ragt frei in die hintere Augenkammer [1]). Der äussere Rand des Ovals ist an den vorderen Theil des *corpus ciliare* bis zur *uvea* angeheftet [2]), entspricht also dem an der Aussenfläche verlaufenden *canalis Fontanae anterior*. Der innere Rand ist zwischen die Falten der *zonula* eingesenkt und angeheftet, erreicht jedoch nicht den Rand der Linsencapsel, sondern ist von dieser durch einen kleinen (0,3 — 0,35‴ haltenden) Zwischenraum getrennt [3]). Die Art der Anheftung dieser Lei-

1) Es ist hierbei zu bemerken, dass auch dieses Vorderende durchaus flach ist, nicht verdickt, wie *Zinn* (S. 56.) angibt, und wie sie in der That beim Umlegen erscheinen.

2) *Zinn* (S. 56) sagt, sie seien hier an die *uvea* mittelst eines häutigen *frenulum* angeheftet, in welchem sich einige Gefässe befinden. Man sieht in der That die grösseren Arterien- und Venenstämmchen an dieser Stelle eine Verbindung mit dem Ciliarkörper bewerkstelligen. In der Durchschnittszeichnung ist diese Stelle mit *t* bezeichnet.

3) *Huschke* (No. 162. S. 11) fand ihn bei Kinderaugen $1/3$‴ breit.

sten zwischen den Falten der *zonula* gewahrt man gleichfalls am gefrorenen Auge am besten. Entfernt man nämlich mit Vorsicht das Eis aus der hinteren Augenkammer, so wird nur das vordere abgerundete Ende der Ciliarleiste (u) frei bis zu einer Linie (t x), welche von dem Rande der *uvea* (t), (entsprechend dem kammförmigen Bande der Iris (i) gegen den Linsenrand (x) gerichtet ist; diese Linie bezeichnet den einen Rand einer Falte der *zonula*, welche zwischen zwei Ciliarleisten hingeht, und an die Flächen beider (bei s) mittelst des Pigments fest angeheftet ist. Dieser Rand der Falte nimmt also den Zwischenraum zwischen zwei Ciliarleisten ein, und ist, wie die *zonula* überhaupt, durchsichtig. Man kann daher nach Ablösung der Hornhaut und Iris, und nachdem der Augapfel quer durchschnitten worden, sowol von hinten her zwischen den Ciliarleisten nach vorn (also zunächst in die hintere Augenkammer) hindurch sehen, als auch von vorn her nach hinten, in den Glaskörper, hineinsehen. Lässt man das Auge 24 Stunden lang im Wasser, so ist die angegebene Verbindung zwischen den Seitenflächen der Ciliarleisten und der Falte der *zonula* noch deutlicher wahrzunehmen, indem die Oberfläche der *zonula* sich etwas getrübt hat, und der Rand derselben (die Linie t x) als eine weissliche, von der *uvea* gegen die Linsencapsel gerichtete Linie erscheint.

Das Strahlenblättchen (*zonula ciliaris Zinnii*) ist eine durchsichtige kreisförmige Membran, welche man von der *ora serrata retinae* aus bis zum Linsencapselrande verfolgen kann. Der Raum, den sie einnimmt, ist an der äusseren oder Schläfen-Seite des Augapfels breiter, 2,3‴, an der inneren oder Nasen-Seite schmäler, 1,8‴. Der hintere oder äussere Theil dieser Membran (Taf. I. fig. VIII. ε) in der Breite von etwa 0,6 bis 0,8‴ ist von der *ora serrata* an bis dahin, wo die Ciliarleisten entstehen, mit der Innenfläche fest an die Glashaut, mit der Aussenfläche im frischen Auge eben so fest an den äusseren fein gestreiften Theil des *corpus ciliare* angeheftet [1]). Der innere, der Linsencapsel zunächst liegende Theil der *zonula* ist der *hyaloidea* nicht angeheftet, sondern kann nach Durchschneidung des äusseren und inneren Umfanges sowol noch im Zusammenhange mit den Ciliarleisten, oder auch nachdem diese bereits abgelöst wurden, von der unter ihr liegenden *hyaloidea*, ohne dass eine Verbindung zu durchschneiden wäre, abgehoben werden. Sobald man in der Durchschnittsansicht (fig. VIII) dieser Theile durch Hin- und Herwenden des Präparats den an die Linsencapsel sich anheftenden Theil der *hyaloidea* (v y) gewahr wird, so sieht man deutlich, dass diese Anheftung dicht unter der Anheftung der *zonula* (x) an die Linsencapsel Statt findet, daher denn der *canalis Petitii* (w) sehr flach ist, also im Durchschnitte ein Dreieck darstellt, dessen eine Seite, die an der Linsencapsel, sehr kurz ist, die zweite convexe Seite wird von der *hyaloidea* gebildet, die dritte concave Seite von

---

1) Die verschiedenen Ansichten über Form und Lage der *zonula* theilt *Bärens* (No. 57. S. 16) mit, und erweist die Eigenthümlichkeit dieser Membran und ihre Verschiedenheit von der Glashaut daraus, dass sie sich in Weingeist trübt, während die Glashaut durchsichtig bleibt, ferner, dass sie nachgiebig ist, während die Glashaut spröder und brüchiger erscheint, so wie aus anderen Gründen. Ebenso zeigt *B.* die Verschiedenheit derselben von der Structur der Netzhaut, und widerlegt *Döllinger's* Ansicht. Endlich beschreibt *B.* (S. 20) die verschiedene Beschaffenheit und Adhäsion des äusseren oder hinteren Umfanges dieser Membran. *Döllinger* (No. 167) beschreibt das Strahlenblättchen als aus Muskelfasern bestehend, welche von der Netzhaut versorgt werden. Seine Function bestehe theils darin, die Linse beim Fernsehen zurückzuziehen, theils, als Erector auf die Turgescenz der Iris einzuwirken. — Diese Ansicht wird durch genaue Betrachtung seiner Lage hinreichend widerlegt.

der *zonula* [1]). Aber eben hier an dieser vorderen oder äusseren Seite wird der Raum des Canals durch besondere dreieckige Höhlungen bedeutend erweitert, welche von den Falten des Strahlenblättchens gebildet werden. Diese Falten (fig. VIII. δ) gehören nämlich dem vorhin erwähnten inneren, dem Linsenrande zunächst liegenden Theile des Strahlenblättchens an, und sind wegen der Höhlungen, die sie bilden, von grossem Interesse. Man sieht sie in ihrer unveränderten Form am besten, wenn man ein der Länge nach durchschnittenes Auge einige Tage in frischem Wasser liegen lässt, sodann die *zonula* dicht an der Linsencapsel anfasst, und nun durch mässiges Anziehen eine Falte nach der anderen zwischen den Ciliarleisten, an welchen sodann das Pigment zurückbleibt, hervorzieht (siehe den Durchschnitt des Hundeauges, fig. XIV. δ). Ihre Lage aber ist im Durchschnitte des gefrorenen Auges am sichersten zu erkennen. Es sind so viel Falten als Ciliarleisten, indem jede Falte in den Zwischenraum zwischen zwei Leisten hineinragt (Taf. 2. u. 3. fig. XIV. s′). Da aber die Leisten nur ganz flache Lamellen sind, so liegen die Falten dicht neben einander, wobei jedoch jede Falte eine gewisse Dicke hat (welche natürlich gleich ist dem Zwischenraume zwischen zwei Ciliarleisten) — diese beträgt am Umfange der Linse ungefähr 0,12‴. Die Form einer Falte des Strahlenblättchens ist dreiseitig (fig. VIII. δ): der äussere convexe Rand (fig. VIII. ζ t) legt sich der Innenfläche des *corpus ciliare* unmittelbar an in dem Zwischenraume zwischen zwei Ciliarleisten bis zum Aussenrande der *uvea* (t, fig. VII). Hier, gerade dem kammförmigen Bande der Iris gegenüber, bildet die Falte einen Winkel, welcher ungleich höher liegt als der Rand der Linse (t, fig. VIII.). Der zweite Rand der Falte reicht von der *uvea* bis zur Linsencapsel. Dieser Rand (fig. VII. u. VIII. t x) ist zum Theil an die Innenfläche zweier Ciliarleisten angeheftet, (nämlich von t. bis w, fig. VII), und man sieht durch eben diesen Rand zwischen die Ciliarleisten hindurch sowol von vorn nach hinten, als umgekehrt. Das Ende dieses Randes der Falte reicht aber über den inneren Rand der Ciliarleisten hinüber bis zur Linsencapsel (bei x), und bildet den die Linsencapsel umgebenden durchsichtigen Zwischenraum, in welchem man die Ränder der Falten gleich feinen durchsichtigen Fäden von den Leisten zur Capsel hinübergehen sieht [2]). Hier an der Linsencapsel ist die zweite Ecke der Falte. Zwischen dieser und der dritten hinteren Ecke (fig. VIII. ζ), welche an den Ursprüngen der Ciliarleisten sich befindet, liegt nun der dritte Rand der Falte (von x bis ζ, fig. VIII). Dieser Rand ist offen, und hier mündet die Höhlung der Falte in den Petit'schen Canal (v. w). Man gelangt zur Ueberzeugung, dass jede Falte eine dreieckige Höhlung enthält, und dass sich in dieser Höhlung eine Flüssigkeit befindet, wenn man das gefrorne Auge der Länge nach durchschneidet. Hebt man sodann nämlich eine Ciliarleiste

---

1) Gewöhnlich wird der Petit'sche Canal so beschrieben: das Strahlenplättchen geht brückenartig über den vordersten Theil des Glaskörpers hin zur Linsencapsel, und bildet so eine dreieckige Lücke, deren Grundfläche durch die Linsencapsel, die beiden Schenkel durch das Plättchen und den vordersten Theil des Glaskörpers gebildet werden. Hierbei wird aber nicht bemerkt, dass die bezeichnete Grundfläche sehr klein ist, daher z. B. die Abbildung von *Krause* nicht richtig ist.

2) *Zinn* sah bereits diese weissen durchsichtigen Streifen (No. 149. S. 53) und bildet sie ab (T. II. fig. 1). Genauer beschreibt sie indess *Ammon* (No. 157. S. 5) und theilt eine äusserst naturgetreue Zeichnung derselben mit. *Huschke* (No. 162. S. 12) beschreibt diese Fasern als Bündel von Fältchen, welche 12 bis 20 zusammen ein Dreieck bilden, das mit seiner Spitze an den Rand der Ciliarleiste angeheftet ist, mit der Basis dagegen auf der Linsencapsel aufliegt. —

vom inneren Rande herauf, so kann man zwischen dieser und der folgenden Leiste mit Leichtigkeit ein dreieckiges Eisstückchen wahrnehmen und hervorziehen, welches den Raum zwischen beiden Leisten, ohne dass er mit der hinteren Augenkammer communicirt, ausfüllt. — Den Zwischenraum zwischen zwei Falten der *zonula* sieht man auch nun dann deutlich, wenn man das der Länge nach durchschnittene Auge maceriren lässt, und nur am zweiten, dritten Tage die *zonula* von ihrer Verbindung mit dem *corpus ciliare* löst. Man gewahrt sodann, wenn man unter Wasser zwei Falten von einander entfernt, eine Rinne, welche bis in die Nähe der Linsencapsel reicht, hier aber geschlossen scheint, in einer Weise, die mir erst bei Untersuchung des Luchsauges deutlich wurde, die aber auch über den *orbiculus capsulo-ciliaris* von Ammon Aufschluss zu geben scheint [1]). Was die Structur der *zonula* betrifft, so kann ich nur das bemerken, dass ich sie äusserst ausdehnbar fand, zumal wenn sie aus ihren Verbindungen vollkommen gelöst ist, und ganz ausgebreitet wird. Sie nimmt dann einen wenigstens 6 Mal grösseren Raum ein, verliert alles Gefaserte und erscheint unter dem Mikroskope gleichförmig körnig. Beim Uebergange zur Linsencapsel scheint sie den festen Zusammenhang zu verlieren und etwa so sich zu verändern wie die *conjunctiva* beim Uebergange zur *cornea* [2]).

Die Linsencapsel, zwischen der Fortsetzung des Strahlenblättchens vorn und der Fortsetzung der Glashaut hinten eingeschlossen, besitzt etwas Federkraft, indem sie beim Aufblasen sich ausdehnt, sogleich aber, wenn man mit dem Blasen nachlässt, sich wieder zusammenzieht (*Petit*, No. 154. B. VII. S. 639. v. J. 1730). Diese Elasticität scheint besonders dem vorderen Abschnitte der Linsencapsel zuzukommen. In Betreff der Lage der Linsencapsel ist zu bemerken, dass nach *Petit*, *Sömmerring*, *Bärens* u. A. der Zwischenraum zwischen ihrer Vorderfläche und der hinteren der Iris nur sehr unbedeutend ist, nur 0,15 bis 0,2‴ beträgt, sobald man die Pupille sich geschlossen denkt, dagegen der Rand der Linsencapsel um 0,5‴ von der *uvea* entfernt ist.

Der Petit'sche Canal besteht also zunächst aus einem flachen Raume (fig. VIII. w), welcher die Linsencapsel in der Form eines flachen Ringes umgibt. Den Boden (oder beim aufrecht stehenden Menschen die hintere Wand) dieses Raumes bildet die Glashaut (v), den äusseren Rand bildet die Stelle, wo die *zonula* mit der *hyaloidea* verwachsen ist, den inneren Rand bildet der Umfang der Linsencapsel, die Decke (oder beim aufrecht stehenden Menschen die vordere Wand) dieses flachen Raumes bilden die Zwischenräume zwischen den Höhlungen der Falten der *zonula*, welche mit den spaltartigen Eingängen in die Falten abwechseln. In diesen flachen Raum nun münden die dreieckigen Höhlungen der Falten, so dass die Flüssigkeit aus dem gemeinsamen Raume in die Höhlungen dringen kann und umgekehrt.

---

1) *Bärens* gibt (S. 22) zwar an, dass die Blasen, welche beim Aufblasen des Petit'schen Canals entstehen, dadurch gabildet werden, dass die *zonula* zwischen den Blasen straffer ist, dennoch gibt er die Form der Falten nicht richtig an. — *Arnold* (S. 106) meint, der Petit'sche Canal enthalte im lebenden Auge wahrscheinlich etwas Flüssigkeit, und durch ihn werde die Veränderung in der Lage der Linse beim Fern- und Nahsehen möglich, aber was die Form des Canals betrifft, so ist die Beschreibung auch nicht passend.

2) Die Natur, Lage und Verbindung des zwischen *zonula* und *corpus ciliare* liegenden Häutchens übergehe ich hier, da sie zu der in Rede stehenden Function nichts beiträgt, und verweise auf *Huschke* (*Ammon*, III. 1.) und *R. Wagner* (*Ammon*, III. 3. S. 277).

Funfzehntes Capitel.

Lage und Verbindung des Ciliarkörpers im Auge der Säugethiere.

Der Luchs, von Alters her berühmt durch sein scharfes Gesicht, schien mir auch in Bezug auf das Ciliarsystem allen übrigen Säugethieren vorangestellt werden zu müssen, zumal da ich beim Luchse jene Bewegung der Linse, selbst unter sehr ungünstigen Verhältnissen, wahrnehmen konnte, die sich am Katzenauge so deutlich zeigt. In der That ist das Luchsauge nicht allein gross und von einer festen *sclerotica* umgeben, sondern der Ciliarkörper selbst, so wie alle ihn umgebenden Theile sind hier ganz vorzüglich entwickelt, gross, derb und deutlich.

Die *sclerotica* (Taf. 2 u. 3. f. X. a) ist nach vorn hin, entsprechend dem Ciliarkörper, ganz besonders dick, 0,62‴, fest und sehnig. Im Durchschnitte bemerkt man 1,3 Linien hinter dem Hornhautrande ein grösseres und 2 bis 3 kleinere Gefässe (λ), wovon das grösste, etwa 0,3‴ im Durchmesser, innerhalb der Substanz der *sclerotica* rings umher geht, so dass es als *sinus venosus* zu dienen scheint. Die Verbindung zwischen *chorioidea* (η) und Innenfläche der *sclerotica* am hinteren Umfange des Augapfels wird ausser den Gefässen und Nerven durch festes von Pigment durchdrungenes Zellgewebe bewerkstelligt, dessen Lamellen oder Fasern in der Richtung von hinten nach vorn von der *lamina fusca scleroticae* zur Aussenfläche der *chorioidea* hinübergehen (ϑ). Diese Art der Anheftung beider Membranen aneinander ist weiter nach vorn, also etwa 5‴ vom Hornhautrande fester, und stellt eine kreisförmige, etwa 1‴ breite Membran dar (q), deren hinterer Rand an die *sclerotica*, deren vorderer an die Aussenfläche der *chorioidea* da angeheftet ist, wo der äussere feiner gestreifte Theil des Ciliarkörpers (g) in den inneren mit den Ciliarleisten versehenen (h) übergeht. Dieses ist der hintere Theil des *ligamentum ciliare*. Durchschneidet man diese durchscheinende schwarzbläuliche Membran, so gelangt man in einen Raum zwischen der *sclerotica* und dem Aussentheile des *corpus ciliare*, welchen wir *canalis Fontanae externus* nennen wollen (β), und welcher vorn von einer zweiten, ungewöhnlich festen Verbindung (o), dem vordern Theile des *ligamentum ciliare*, begrenzt wird. Diese Verbindung, an der Schläfenseite 1,8‴, an der Nasenseite 1,6‴ vom innern Hornhautrande entfernt, besteht aus sehr festen weisslichen Fasern von verschiedener Länge, welche zum Theil von der *chorioidea* aus gerade nach aussen, meist aber in der Richtung nach vorn sich zur *sclerotica* begeben, so dass diese ganze Verbindung in der Breite von 0,5‴ besteht. Durch diese feste, auch nach längerer Maceration nicht zu lösende Verbindung wird der Theil des *corpus ciliare*, von welchem die Ciliarleisten vorzüglich ausgehen, sehr fest an die *sclerotica* angeheftet. Es ist dieses der vordere oder dritte Theil des *ligamentum ciliare*, der nach der Trennung von der Innenfläche der *sclerotica* einen vorragenden abgerissenen, nach vorn hin schauenden Rand an der Aussenfläche des *corpus ciliare* bildet. Zwischen diesem und dem hinteren Theile des *ligamentum ciliare* erscheint die Aussenfläche des *corpus ciliare* (bei p) glatt, bläulich, und lässt die Ciliarnerven durchschimmern, welche hier sich auszubreiten beginnen, und leicht beim Ablösen des vorderen Theils des *ligamentum ciliare* verletzt werden können. Die *sclerotica* ist zwischen den beiden Theilen des *ligamentum ciliare* dem *corpus ciliare* nur locker angeheftet. Lässt man das Auge 2—3 Tage lang maceriren, und erhärtet

es sodann in Branntwein, so kann man von hinten nach vorn das *ligamentum ciliare* im Zusammenhange von der *chorioidea* oder vielmehr vom *corpus ciliare* dergestalt ablösen, dass es an der *sclerotica* zurückbleibt. Nur zum Theil gelingt es hierbei, die Nerven auf dem *corpus ciliare* zurückzulassen, denn sie sind meist so fest von den innern Fasern des *lig. cil.* umwebt, dass sie diesem folgen, und nun an der *sclerotica* hinzugehen scheinen. Den *canalis Fontanae externus* (β) sieht man nach dieser Ablösung des ganzen *ligamentum ciliare* zwischen dieser Mambran und der *sclerotica* als einen flachen Zwischenraum ringsumhergehen. Die Breite des ganzen *ligamentum ciliare* ist etwa 3,4‴, die Entfernung seines Vorderrandes an dem Hornhautrande 1‴, die Breite des Canals 1,8‴. Dieser flache Zwischenraum fehlt dem menschlichen Auge, weil das ganze *ligamentum ciliare* sehr unbedeutend ist. Er ist daher bei β, fig. VII nur angedeutet. Dicht vor der Anheftung des vorderen Theils des *ligamentum ciliare* an das *corpus ciliare* entsteht der *orbiculus ciliaris* (r) 1,5‴ vom Rande der Iris wie der Hornhaut. Diese Membran zeigt kier im Luchsauge ihre Natur und Verbindung äusserst deutlich. Sie ist nicht dicker als im menschlichen Auge, aber weit breiter, etwa 1,5‴, dehnbarer, zusammenhängender, wirklich membranöser Natur. Ihr hinterer Rand geht zwischen dem *corpus ciliare* und dem *ligamentum ciliare* eine so feste Verbindung ein, dass es nach Ablösung dieses nur hier und da gelingt, sie weiter nach hinten zur Aussenfläche der *chorioidea* zu verfolgen, deren seröser Ueberzug eine Fortsetzung des *orbiculus* zu sein scheint. Dagegen ist der Uebergang des vorderen Randes in die Wasserhaut (k) so unwidersprechlich deutlich, dass wenn Jemand an diese Verbindung bei anderen Augen noch zweifeln sollte, er sich hier beim Luchse davon vollkommen überzeugen kann. Nicht allein beim frischen Auge und in der Durchschnittsansicht zeigt sich der Uebergang, sondern wenn man das Auge etwas maceriren lässt, und dann in Branntwein erhärtet, so kann man die ganze *tunica humoris aquei* im Zusammenhange ablösen, findet sie an dem mittleren Theile der *cornea* nachgiebig und weich, weiter zur Seite brüchig, und sich beim Durchschneiden umschlagend, sieht dagegen am Hornhautrande (bei m) sie diese Beschaffenheit wieder ändern, und in eine noch nachgiebigere Membran, eben den *orbiculus ciliaris* übergehen. Entfernt man sie so, nach Ablösung der *cornea* von dem Irisrande, so gewahrt man die Verbindungsfasern (bei γ), kann sie einzeln durchschneiden bis zum hinteren Rande des *orbiculus* und diesen ganz wegnehmen, ohne das unter ihm liegende Nervengeflecht zu verletzen. Die innere Fläche ist hier ungleich beweglicher an die Aussenfläche des *corpus ciliare* angeheftet, als bei anderen Thieren, indem das *ligamentum pectinatum iridis* (i) aus weit längeren Fasern besteht. Ebenso bildet auch die Aussenfläche des *orbiculus* keine Anheftung an die *sclerotica*, sondern man gewahrt hier beim Durchschnitte einen freien, etwa 0,8‴ breiten Zwischenraum (α), der hinten und nach aussen von dem vorderen Theile des *ligamentum ciliare* (n), welcher ebenfalls in die *tunica humoris aquei* übergeht, vorn von dem Uebergange des *orbiculus* in die *tunica humoris aquei*, nach innen von der Aussenfläche des *orbiculus ciliaris* gebildet wird. Dieser *canalis Fontanae medius* schien mir etwas Flüssigkeit zu enthalten. Den *canalis Schlemmii* fand ich nicht. Sollten die Kreisgefässe in der Substanz der *sclerotica* ihn ersetzen? — Nach Ablösung des *orbiculus* im Zusammenhange mit der Wasserhaut bleibt die dunkel gefärbte Grenze zwischen *cornea* und *clerotica* (m) durchaus glatt zurück, und an dem Falz, der beim Ablösen des *orbiculus* allein von der *cornea* sich zeigte, ist keine Spur mehr übrig; es rührt demnach dieser Falz nur davon her, dass der vordere Rand des *orbiculus* von dem äusseren Rand der Wasserhaut abgerissen wird.

Die Vorderfläche der Iris zeigte durchaus keine Art serösen Ueberzuges noch auch irgend etwas Membranartiges, sondern man gewahrte nur die durch Anhäufung des Pigments verursachten Unebenheiten, zwischen welchen Gefässverschlingungen und Fasernetze sich zeigten. Letztere bilden rings um einen erhabenen Rand, von welchem aus das kammförmige Band der Iris (f. IX. u. X. i) zur Hornhaut hinübergeht. Die vordersten Fasern (welche man ebenso, wie beim menschlichen Auge angegeben wurde, ausser dem Wasser durch Abtrocknen dieser Gegend sichtbar macht) sind 0,85‴ lang, durchscheinend, etwa 0,01‴ dick. Jede Faser entspringt aus dem Fasergewebe der Iris, also wie es scheint mit mehrern Wurzeln, geht aber in die Vereinigungsstelle des *orbiculus* mit der Descemet'schen Haut unmittelbar über, so dass diese an der Stelle nicht die geringste Veränderung zeigt. Unter diesen längsten vordersten gehen mehrere kürzere Fasern (bei γ) in 3—4 Schichten hinter einander, um so kürzer, je tiefer sie in dem Canale liegen, von der Innenfläche des *orbiculus* zur Aussenfläche des Vordertheiles des *corpus ciliare* hinüber. Der *canalis Fontanae anterior* selbst ist hier ganz ungemein deutlich. Seine vordere vom *ligamentum pectinatum iridis* gebildete Wand setzt ihn mit der vorderen Augenkammer in unmittelbare Verbindung, seine Aussenwand, 1,1‴ breit, wird von dem *orbiculus ciliaris* gebildet, und trennt ihn von dem mittleren Fontana'schen Canale (*canalis Fontanae medius*), seine Innenwand wird von dem Vordertheile des *corpus ciliare* gebildet, auf welchem hier das reiche Netz der Ciliarnerven sich ausbreitet, die theils in das *corpus ciliare* eindringen, theils sich zur Iris begeben [1]).

Der Strahlenkörper (*corpus ciliare*) (g—h) zeichnet sich beim Luchse ebensosehr aus, wie seine äusseren Anheftungsmembranen und deren drei Canäle. Seine Breite beträgt an der äusseren Seite 3,5‴, an der inneren 2,7‴, der äussere oder hintere gestreifte Theil (g) beträgt an der äusseren oder Schläfenseite 1,2‴, an der inneren oder Nasenseite 0,3‴, der innere oder vordere, an die Iris anstossende Theil (h), von welchem die Ciliarfalten (s) ausgehen, nimmt an der Aussenseite 2,2‴, an der innern 1,5‴ ein. — Die Dicke des äusseren gestreiften Theils ist 0,15‴, die Dicke des vorderen Theils ist ziemlich gleichförmig 0,35‴. Er scheint in der Mitte, woselbst der vordere Theil des *ligamentum ciliare* (o) die feste Verbindung mit der *sclerotica* bewirkt, am dicksten, eine Verdickung, welche aber nur von eben diesem Ligamente herrührt, denn zieht man dasselbe ab, so erkennt man die Geichmässigkeit seiner Dicke bis zur Iris. Die Aussenfläche erscheint bei einer solchen Ansicht weiss, fest und fasrig, indem die Fasern in der Richtung von hinten nach vorn verlaufen, unter diesen und zwischen ihnen bemerkt man die Gefässe, an der Innenfläche aber sieht man ein Netz fester Fasern, besonders sind am vorderen Theile des *corpus ciliare* die Querfasern deutlich, und nach weggewischtem Pigmente in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Ciliarleisten sichtbar. — Diese Leisten (s), auch etwa 70, wie beim Menschen, stehen vorn um 0,4‴ von einander entfernt, haben die Länge des inneren Theils des Ciliarkörpers, da sie bis zur *uvea* reichen und hier dem *ligamentum pectinatum iridis* gegenüber liegen. Sie sind weder hinten so spitz, noch vorn (u) so abgerundet wie beim Menschen und den meisten Säugethieren, sondern nehmen gleich bei ihrem Anfange eine Breite von 0,4‴ an, und sind vorn 0,1‴ breit. Die innere Spitze (X. fig. XII. Taf 2) reicht

---

1) Diesen Canal, sowie die Verbindungsfasern der Iris bildet *Sömmerring* ab No. 163. Taf. IV.

bis zum Rande der Linsencapsel, und wird hier zwischen den Falten der *zonula* befestigt. Betrachtet man das vordere freie Ende dieser Leisten in der hinteren Augenkammer nach Durchschneidung und Zurücklegung der Iris, so kann man von der Spitze einer Ciliarleiste bis zur Insertion derselben an der *uvea* den weisslichen Streifen (x—t, fig. XII), welcher den Rand einer Falte der *zonula* bezeichnet, sehr deutlich wahrnehmen. Das über diesen Rand in die hintere Augenkammer frei hineinragende Ende der Leiste hat die Form eines Kreisabschnitts von 0,5‴ Höhe [1]). — Nach 2—3 tägiger Maceration, vorsichtiger Ablösung des Glaskörpers mit der Linse und Erhärtung in Weingeist zeigte sich die Jacob'sche Membran ungemein deutlich und zusammenhängend. Sie überzieht sämmtliche Ciliarleisten, bildet also um jede eine Falte, einen Ueberzug, kleidet die Zwischenräume zwischen den Leisten an dem *corpus ciliare* aus, geht dann über die unmittelbar hieran stossende *uvea* weg bis zum Pupillenrande. Hier endet sie, fest anhängend, und auf keine Weise vermochte ich, bei der übrigens hinreichend festen und in die Augen fallenden Structur dieser Membran, dieselbe in die vordere Augenkammer zur Vorderfläche der Iris zu verfolgen. Nach Ablösung dieser Membran und des Pigments zeigte sich die grosse Zartheit der Leisten auch in diesem sonst so derben Auge.

Das Strahlenblättchen (Taf. 3. fig. XI) ist im Luchsauge, entsprechend dem breiten Ciliarkörper und den ebenfalls breiten Ciliarleisten, sehr gross, und weit ausgedehnt, auch fester als bei anderen Thieren, daher denn die Form und Lage der Falten sich mit grösserer Leichtigkeit dem Untersucher zeigt. Die dreieckige Höhlung jeder Falte entspricht hier genau der Form der Ciliarleisten, da die Falte den Zwischenraum zwischen zwei Leisten einnimmt, und sich an die Flächen beider, so wie an die Innenfläche des Ciliarkörpers fest anheftet, mit dem einzigen Unterschiede, dass der Vorderrand der Falte von der *uvea* zum Linsencapselrande gerade herabgeht (fig. XII. t. x), während die Ciliarleiste, wie gesagt, vorn mit einem gebogenen Rande (u) über den Rand der Falte hinüber und in die hintere Augenkammer ragt. Die Durchschnittsansicht zeigt dieses Lagenverhältniss unter Wasser auf das deutlichste. Man überzeugt sich hierbei besonders davon, dass die an die *uvea* stossende Ecke der Falte (fig. XI. ζ) ungleich höher (etwa um 0,7‴), als der Rand der Linsencapsel zu liegen kommt, so dass, wenn man sich alle Falten aneinander liegend vorstellt, ein hoher Wall rings um den Linsencapselrand gebildet würde (fig. XI). Wenn die Glasfeuchtigkeit, nachdem das durchschnittene Auge einige Tage in Wasser gelegen, aus ihren Zellen gewichen ist, so dass der Glaskörper im Zusammenhange keinen Druck mehr auf seine Wände ausübt, also auch nicht die Falten der *zonula* aus ihrer Lage bringt, so kann man diese beim vorsichtigen Hervorziehen zwischen den Leisten ganz in ihrer Form erhalten, man kann eine einzelne Falte für sich abschneiden, betrachten, in ihre Höhlung von unten her hineinschauen, endlich, nach Zerreissung des vorderen Randes, sie ausbreiten. Löst man aber diese Falten im Zusammenhange mit der Linse und der *hyaloidea* aus ihrer Verbindung mit dem Ciliarkörper, so kann man, sie auseinanderbreitend, die tiefen Rinnen (i) leicht gewahr werden, die zwischen zwei Falten von hinten nach vorn verlaufen. Hier aber am Linsencapselrande wird jede dieser Rinnen durch eine querliegende durchscheinende, etwas bräunliche Membran (π, fig. XI) begrenzt und geschlossen, welche von dem Vorderrande einer Falte zur andern hinübergeht. Diese Mem-

---

1) *Sömmerring* bildet die Ciliarleisten nicht richtig ab, während sonst sowol die Abbildung als die Beschreibung (S. 32.) der Lage genau und trefflich genannt werden muss.

bran ist dreieckig, heftet sich mit einer Ecke an die Linsencapsel zwischen zwei Falten, mit zwei Rändern an die Vorderränder der Falten, während der dritte Rand frei bleibt, und dadurch sichtbar gemacht werden kann, dass man zwei Falten von einander entfernt. Sie ist durch ein mässiges Zerren abzulösen und rührt von der Jakob'schen Membran her, daher denn auch da, wo diese Membran an der Ciliarleiste hängen bleibt, sich dieses Stückchen zwischen den *zonula*-Falten nicht zeigt. Nach Entfernung dieser Membran sieht man das Ende der Rinne auf dem Linsencapselrande auslaufen, wodurch, von der unteren Seite, aus dem Petit'sche Canal, betrachtet, hier eine kleine vorragende Leiste sichtbar wird. Da nun die Rinnen und Falten der *zonula* mit-einander adwechseln, so findet auch die Anheftung an die Linsencapsel nicht in einer geraden Linie Statt, sondern in einer Zackenlinie. Dieser zusammengefaltete Rand der *zonula* ist aber jener von *Ammon* im Menschenauge beschriebene *orbiculus capsulo-ciliaris*, der nur dann in dieser Weise sichtbar wird, wenn die Fältchen mittelst der angehefteten Ciliarleisten gespannt sind, dagegen nach Entfernung der Ciliarleisten die Spannung und somit auch jener *orbiculus* verschwindet. Man kann ihn allenfalls sichtbar machen, wenn man mit einer Pinzette den Boden der Rinne, zwischen zwei Falten der *zonula*, mit der anderen den freien Rand des dreieckigen, zwischen den Falten ausgespannten Stückchens der Jacob'schen Haut anzieht.

Die Form und Ausdehnung des *canalis Petitii* ist im Luchsauge leicht zu übersehen, wenn man einen Durchschnitt des Auges betrachtet. Die Glashaut, hier derber als am hinteren Umfange, und wenn man sie für sich darstellt, elastisch, rollt sich, durchschnitten, leicht um, gleich der Linsencapsel und der *membrana humoris aquei.* Der dem äusseren Theile des *corpus ciliare* entsprechende Theil der *zonula* ist mit der Glashaut fest verwachsen, der innere aber vollkommen von der Glashaut getrennt, welche den Boden oder die innere Wand des Petit'schen Canals bildet, und sich nur um 0,4‴ hinter dem inneren Rande des Strahlenblättchens an den Umfang der Linsencapsel anheftet. Die Breite des Canals beträgt an der Schläfenseite 2,5‴, an der Nasenseite 1,8‴, seine Höhe an der Linsencapsel 0,4‴, während er nach aussen in einen spitzen Winkel endigt. Die dreieckigen Höhlungen der Falten des Strahlenblättchens münden in diesen Canal, so dass, wenn man die Ausdehnung dieser Höhlungen berücksichtigt, keine unbedeutende Quantität Flüssigkeit in demselben befindlich sein kann. —

Das Auge der Katze ist dem Luchsauge im Ganzen sehr ähnlich, nur kleiner und zarter. Das *corpus ciliare* ist nicht so dick, deshalb lässt sich das *ligamentum ciliare* nur mit Mühe und theilweise ablösen, haftet auch nicht mit jener grossen Festigkeit im vordern Theile. Der Uebergang der Wasserhaut in den *orbiculus ciliaris*, der *canalis Fontanae internus* wie *externus*, so wie auch das *ligamentum pectinatum iridis* sind deutlich wahrnehmbar, nur verhältnissmässig kleiner, als im Luchsauge. Die Ciliarleisten sind vorn weniger abgerundet, als beim Luchse; ihre Lage, so wie die Lage der Falten der *zonula* nahm ich sehr deutlich wahr, indem ich das Ange gefroren untersuchte, und kleine dreieckige Eisstückchen (nachdem ich das Auge der Länge nach durchschnitten) zwischen den Ciliarfalten hervorzog. Die Anheftung der Ciliarleisten, den Ueberzug von der Jacob'schen Membran, Alles fand ich dem Luchsauge ähnlich [1]).

---

1) Nachträglich bemerke ich hier, dass ich die Jacob'sche Membran in dem Auge von *Cynocephalus nemestrinus*, das sonst zu keinen besonderen Bemerkungen Veranlassung gab, deutlich gesehen habe.

Ein **Löwenauge**, das ich im Pariser Cabinette zerlegt zu betrachten Gelegenheit hatte, zeichnete sich durch noch breitere Ciliarleisten aus, als sie der Luchs besitzt, ebenso schätzte ich die Fasern, welche das *ligamentum iridis* bilden, auf etwa 1,2‴ Länge.

Der **Hund** zeigt in der Bildung seines Auges zwar ebenfalls den Charakter der Raubthiere, dennoch veranlassen mich die sehr häufig wiederholten Untersuchungen des gefrorenen wie ungefrorenen Auges grösserer und kleinerer, älterer und jüngerer Hunde, so wie die besondere Ausbildung der Ciliarnerven, dasselbe genauer zu beschreiben. Die Dimensionen sind hierbei nach dem gefrorenen Auge eines Metzgerhundes von mittlerer Grösse angegeben. — Der Längendurchmesser des Auges betrug 10,8‴, der Querdurchmesser 9,9‴, der Querdurchmesser der Hornhaut 7,1‴. Diese war in der Mitte dünner als zur Seite, 0,5‴ und 0,57‴. In Betreff des Ueberganges in die *sclerotica* ist nichts Besonderes zu bemerken, der vordere Theil dieser Haut ist wie im Katzengeschlechte sehr dick, 0,6‴, dicht, faserig, und enthält den kreisförmigen *sinus*, wie im Luchs- und Katzenauge, dessen Durchmesser im Durchschnitte 0,3 — 0,5‴ hält. 3 Linien vom Hornhautrande verdünnt sich die harte Augenhaut, ist nur 0,15‴ dick, und erst hinten in der Mitte wieder dicker, 0,2‴ (daher das Bild im Hunde- und Katzenauge zur Seite am deutlichsten durch diese Häute durchschimmert). Die Lage des eintretenden Sehnerven aussen neben dem Centrum, der Verlauf der *arter. cil. long.* von hier aus in der Horizontalebene an der äusseren wie an der inneren Seite im Gewebe der *sclerotica*: Alles dieses, so wie die Anheftung der Augenmuskeln setze ich hier bei Seite. Von der *chorioidea* erwähne ich nur, dass sie sich durch ihre Derbheit und die dichte Schicht braunen Pigments auszeichnet, das sich von der Innenfläche im Zusammenhange ablösen lässt. Die *ora serrata* und der hintere oder äussere Rand des Ciliarkörpers ist an der Schläfenseite 4‴, an der Nasenseite 2,1‴ von dem inneren Rande der Hornhaut entfernt. Die Verdickung des Ciliarkörpers nach vorn hin ist sehr merkbar, aber besonders deutlich wahrnehmbar ist der erhabene Rand der Iris, von welchem das *ligamentum pectinatum* ausgeht. Das *ligamentum ciliare* beginnt an der *sclerotica*, entsprechend der *ora serrata*. Dieser sein hinterer Theil ist an der Schläfenseite 1,8‴, an der Nasenseite 0,3‴ breit, und geht in der Richtung von hinten nach vorn zur Aussenfläche der *chorioidea* oder vielmehr des *corpus ciliare*. Er bildet eine zarte durchscheinende Membran, die man von der *sclerotica* ablösen und dann unter Wasser deutlich erkennen kann. Das im hinteren Umfange noch schwarze *corpus ciliare* nimmt von der Anheftung des *ligamentum ciliare* eine bläuliche Farbe an. Man erkennt hier den vom *ligam. cil.* herrührenden dünnen Ueberzug, sieht die Ciliarnerven unter demselben hingehen, kann ihn jedoch nur mit Schwierigkeit und nur theilweise vom *corp. cil.* ablösen. Von diesem bläulichen Kreise, der an der Aussenseite 1,6‴, an der Innenseite 0,9‴ breit ist, gelangt man zu dem vorderen, wieder zur *sclerotica* hinübergehenden Theile des *lig. cil.*, etwa 1 bis 1,3‴ vom Hornhautrande entfernt. Dieser Theil bildet hier ebenfalls die bereits beim Luchsauge beschriebene, feste, 0,3‴ breite Verbindung zwischen *corpus ciliare* und *sclerotica*. Der etwa 0,9‴ breite *orbiculus ciliaris*, der durch ihn und das *lig. cil.* entstehende *canalis Fontanae medius*, so wie der *externus* sind auch wie im Luchsauge, nur kleiner und weniger offen. Dagegen bemerkte ich beim Hunde ungleich deutlicher als im Luchsauge den *canalis Schlemmii* gerade an der Verbindungsstelle zwischen *orbiculus ciliaris*, Descemet'sche Haut, *cornea* und *sclerotica* in dem Winkel, den der vordere Rand des *orbiculus* mit der *sclerotica* macht. Die Verbindung der Descemet'sche Haut mit dem *orbiculus* ist unbestreitbar. Die von der Vereinigung dieser beiden Häute

zum Irisrande hinübergehenden Fasern sind 1,2‴ lang und 0,012‴ dick, sie verbinden sich unmittelbar mit der Descemet'schen Haut, dagegen das andere Ende am Irisrande in ein Fasernetz ausgeht, welches eben den wulstigen Rand bildet. Durchschneidet man diese Fasern, so wie die unter ihnen, ebenfalls von der Innenfläche des *orbiculus* zum Vordertheile des *corpus ciliare* hinübergehenden Fasern, durchschneidet man endlich den hinteren am *corpus ciliare* befestigten Rand des *orbiculus*, so sieht man die Vertheilung der Ciliarnerven äusserst deutlich, indem sie an die innere Seite des *canalis ciliaris* angeheftet sind, hier ein Geflecht bilden, und stärkere Aeste unter jenes Fasernetz, von welchem das *ligamentum pectinatum iridis* entspringt, senden, die dann zur Versorgung der Iris selbst dienen. Man unterscheidet hier schon mit einer mässig starken Loupe die Nervenfasern von dem Fasernetze; indess liegen allerdings beide so dicht neben einander, dass man beim ersten Blicke verleitet werden könnte, diese Fasern selbst für Nerven zu halten, welche zur Descemet'schen Haut gehen. Die Fasern des *ligamentum pectinatum* sind fest, weisslich, und gehen neben einander hin, ohne sich mit einander zu verbinden, daher halte ich sie nicht für Gefässe [1]). Man kann sie hier sehr deutlich sehen, wenn man das Auge wie oben angegeben behandelt, oder auch, wenn man den *orbiculus* zum Theil von hinten her ablöst, nach Eröffnung der vorderen Augenkammer das Präperat abtrocknet, und dann von hinten nach vorn zwischen diesen Fasern hindurch blickt. — Die Breite des von innen betrachteten Ciliarkörpers beträgt an der Schläfenseite 3,7‴, an der Nasenseite 1,8‴. Sein äusserer oder hinterer gestreifter Theil ist an der Schläfenseite 1,6‴ breit, an der Nasenseite 0,6‴, sein innerer Theil, von welchem die Ciliarleisten ausgehen, an der Schläfenseite 2,1‴, an der Nasenseite 1,2‴. Dieses ist auch die Länge der Leisten, deren Breite vorn 1‴ beträgt. Die Lage und Anheftung dieser Leisten ist genau so wie im Luchsauge (siehe Fig XIV). Von der Festigkeit der Anheftung überzeugte ich mich dadurch, dass ich im frischen Auge die Hornhaut und Iris entfernte, und unter Wasser das freie Ende einer Leiste mit der Pinzette fasste. Es zerriss hierbei eher dieses Ende, als dass es möglich gewesen wäre, die Leiste, wie es nach der Maceration geschieht, aus der Rinne zwischen zwei Falten der *zonula* hervorzuziehen. Der *canalis Petitii* ist auch wie im Luchsauge gebildet. Von dem Vorhandensein einer Flüssigkeit in demselben überzeugte ich mich theils dadurch, dass ich das Auge, wie das der Katze frieren liess, und dreieckige Eisstückchen aus den Falten der *zonula* hervorzog, theils dadurch, dass ich am frischen Auge nach Entfernung der Cornea und Iris und nach vollständiger Abtrocknung der hinteren Augenkammer einen Einschnitt zwischen zwei Ciliarleisten in eine Falte der *zonula* machte. Legte ich das Auge dann auf die Seite, so floss der *humor Petitii* allmälig aus, nach dessen Aufsaugung mittelst Löschpapier das Auge, zum Beweise, dass diese Flüssigkeit nicht vom Glaskörper herrührt, trocken blieb.

Der Verlauf der Ciliarnerven ist beim Hunde sehr deutlich, so dass sich also dieses Auge, da man sich's auch leicht verschaffen kann, in jeder Hinsicht in Bezug auf unseren Zweck am besten zur Untersuchung der in Rede stehenden Theile eignet.

---

1) Feine vollständige Injectionen der Capillargefässnetze des Auges sind mir bis jetzt nur am Kuhfötus gelungen, daher kann ich über die Natur dieser Fasern nichts entscheiden. Die grosse Entfernung von Leipzig macht es mir zu gleicher Zeit unmöglich, mir ein vollkommen und zwar kalt injicirtes Auge zu verschaffen, wie es Herr Prof. *Weber* allein zu Stande zu bringen vermag.

Das *ganglion ophthalmicum* liegt nach aussen und unten neben dem Sehnerven, es ist länglich, ist sehr flach, und hängt nicht bei allen Individuen auf gleiche Weise mit dem *oculomotorius* und *quintus* zusammen. Meist gibt der erstere, wie es auch *Muck* (No. 168. S. 10) gesehen hat, zwei Wurzeln zum Ganglion, nämlich eine aus dem zum *rectus internus* gehenden Zweige, die andere kürzere aus dem zum *obliquus inferior* sich begebenden. Der *quintus* theilt sich wie beim Menschen. Sein *ramus nasociliaris* gibt da, wo er sich nach innen über den *opticus* hinwendet, die *radix longa e quinto*, welche sich an den *oculomotrius* anlegt, dann wieder von ihm entfernt, und endlich mit der längeren Wurzel aus dem *oculomotorius* verbindet, so dass eine Schlinge von 2‴ Durchmesser gebildet wird, aus welcher 2—3 kleinere Ciliarnerven entspringen; 1—2 grössere gehen aus dem vorderen Theile des Ganglion hervor, die übrigen aus dem oberen Theile. Die grösseren theilen sich, und gehen an der Aussenseite der Sehnerven durch die *sclerotica*, die übrigen dagegen an der unteren und inneren Seite. Zwei Ciliarnerven entstehen aus dem *nasociliaris* da, wo er über den *opticus* hingeht, beide verbinden sich beim Eintritte in den *bulbus* über dem *opticus* mit den übrigen Ciliarnerven (siehe Muck a. a. O.). Da sich alle diese Ciliarnerven vielfach theilen, so zählte Muck 26 einzelne Nerven im *bulbus* selbst. Den äusseren der beiden aus dem *nasociliaris* entstehenden Zweige verfolgte ich weiter. Er kreuzte sich mit einem anderen, geradeswegs zur Iris gehenden Ciliarnerven, gelangte bis unter den *orbiculus ciliaris*; hier theilte er sich in ein oberes und ein unteres feines Reiserchen, welche beide über das *corpus ciliare* hingingen und demselben Fasern abgaben. Deutlicher sah ich dagegen die Versorgung des Ciliarkörpers von einem Zweige der beiden grösseren Ciliarnerven, welcher an der unteren Seite des *bulbus* verlief, ein Reiserchen unmittelbar in die Iris sandte, ausserdem aber sowohl nach aussen als nach innen einen über das *corpus ciliare* hinlaufenden Nerven abgab, welcher sich theils mit feinen Zweigen aus anderen Ciliarnerven verband, theils zum hinteren, theils zum vorderen Theil des Ciliarkörpers feine Fasern abgab, von denen einige unmittelbar in die Tiefe drangen, andere noch eine Strecke weit den Hauptnerven begleiteten, dann aber auch in dem Ciliarkörper verschwanden.

Beim Fuchs stimmt die Lage und Bildung der Theile mit denen des Hundes überein. Die Linse wölbt die zartere Iris beim lebenden Thiere nicht in der Mitte, sondern nach innen und oben von der Pupille, daher die Bewegung der Linse hier gut zu beobachten ist. Das *ligamentum pectinatum* ist besonders zart und deutlich, die Ciliarleisten sind zum Theil unregelmässig gebildet — *Treviranus* gibt (No. 129. S. 24) die Messungen dieses Auges an.

Beim Wolf sind die Ciliarleisten sehr breit, wie schon Haller (No. 169. S. 227) bemerkte, und Sömmerring beschreibt (No. 163. S. 31) und abbildet. Die Vertheilung der Ciliarnerven in dem *canalis ciliaris* ist wie beim Hunde. Hiervon überzeugte ich mich an einem im Berliner Museum befindlichen Präparate.

Das Auge eines jungen Bären, das ich vor längerer Zeit untersuchte, besass eine so derbe Descemet'sche Haut, dass ich Hornhaut und harte Augenhaut im Zusammenhange vollkommen ablösen konnte, ohne jene zu verletzen. Dieses Präperat bewahre ich noch gegenwärtig auf. Man sieht an demselben den unmittelbaren Uebergang jener Membran in den *orbiculus*; an der Uebergangsstelle nur einen kleinen Wulst, dem hier an der Innenseite angehefteten *ligamentum pectinatum* entsprechend, während der Uebergang der *sclerotica* in die *cornea* durchaus glatt erschien. Die *sclerotica* konnte ich

ohne grosse Schwierigkeit in zwei Lamellen zerlegen, welche bis zur *cornea* sich von einander lösten, eine innere zartere, und eine äussere, die eigentliche faserige *sclerotica.* Die Messungen am Bärenauge hat *Treviranus* angestellt (No. 129. S. 24).

Dass der Waschbär, dessen Auge Sömmerring (a. a. O.) beschreibt und abbildet, kurzsichtig sei, wie von ihm, von *Kieser* (No. 34. S. 51) und Anderen behauptet wird, davon habe ich mich nach Beobachtungen von vier Thieren nicht überzeugen können. Sie scheinen gleich anderen Nachtthieren am Tage unachtsam zu sein, den Speisen aber sich nur deshalb so sehr zu nähern, um sie zu beriechen. Zwei derselben hatten auf einem Auge den grauen Staar, vielleicht ist diese Krankheit bei den eingesperrten Thieren dieser Art häufig. Die runde Linse und den grossen Ciliarkörper haben sie mit anderen Nacht- und Wasserthieren gemein, welche, um im Wasser deutlich zu sehen, mehr als die Landthiere die Linse nach vorn schieben müssen. Uebrigens blickten sie, aus ihrem Schlafe erweckt, um Speise zu empfangen, auf diese wie auf den Geber ebenso sicher, wie andern Thiere. Der Dachs, dessen Auge auch *Treviranus* gemessen hat (S. 24), zeigt Nichts besonders Bemerkungswerthes. Die Wasserhaut liess sich ebenso deutlich wie beim Bären darstellen, die Verbindung mit dem *orbiculus ciliaris*, die Lage und Anheftung des *ligamentum ciliare* leicht nachweisen.

In Betreff der von mir gleichfalls untersuchten Fischotter und Hausmarder habe ich nichts zu bemerken und verweise nur auf Treviranus' Messungen.

Ungleich wichtiger scheint mir dagegen das Auge des Ochsen, da es bereits so häufig untersucht ist, und man sich dasselbe so leicht verschaffen kann, da zu gleicher Zeit die Grösse des Auges alle Theile hinreichend deutlich erscheinen lässt. Die Maasse giebt Treviranus an. Ich will daher sogleich nur den Ciliarkörper, so wie die eigenthümlichen Anheftungen desselben beschreiben. In der Durchschnittsansicht (*Taf. II.* und *III. fig. XVI*) fällt zuerst die Lage desselben auf, die, in Vergleich mit den Raubthieren, sehr horizontal ist. Zieht man nämlich eine Querlinie an der Stelle, wo der äussere gestreifte Theil des Ciliarkörpers in den inneren übergeht, von der einen Seite zur anderen hinüber, und fällt auf diese Linie einen Perpendikel von der *uvea*, da, wo die Falte der *zonula* sie berührt, so beträgt dieses nur 0,4 bis 0,5‴, während dieselbe Linie beim Luchs 2‴ hält. Auch die ganze Breite des Ciliarkörpers (*fig. XVI. s*) ist gering, nämlich an der Schläfenseite von der *ora serrata retinae* bis zu der Verbindung des *ligamentum iridis* mit der Iris (bis *i*) 2, 28‴, an der Nasenseite 0,95‴. Das *lig. cil.* (*o*) ist hier sehr derb und deutlich, im Durchschnitt weiss, etwa 0,3‴ dick, 0,8—0,9‴ breit, faserig, und entspricht seiner Lage nach dem Anfange der Ciliarleisten. Die hinteren Fasern laufen in der Richtung von hinten nach vorn von der *sclerotica* zur *chorioidea* hinüber, die vordern wieder zur *sclerotica.* Beim Ablösen dieses Bandes von der *sclerotica* bleibt diese weiss zurück, und das *lig.*, dem *corpus ciliare* anhaftend, bildet auf demselben einen vorragenden Wulst; vor und hinter dieser Anheftung ist die Innenfläche der *sclerotica* von der *lamina fusca* überzogen. Präparirt man nun das *lig.* so ab, dass es an der *sclerotica* hängen bleibt, so kann man den Uebergang der Fasern in die *lamina fusca* nachweisen, der *canalis Fontanae externus* ist also hier geschlossen. Zieht man bei der Durchschnittsansicht die Iris ein wenig an, so hat es das Ansehen, als entstehe sie aus zwei zusammentretenden Platten. Die eine Platte, die hintere, ist das *corpus ciliare* (*g*), welches, von hinten nach vorn an Dicke zunehmend, hier etwa 0,3‴, dick ist, und unmittelbar in die Iris übergeht, die andere vordere Platte ist aber das *ligamentum pectinatum iridis* (*i*), das hier derb, breit, und mit Pigment

bedeckt ist, daher mehr als bei anderen Thieren in die Augen fällt. Seine ganze Breite vom Hornhautrande bis zur Iris beträgt 1,1‴. Die Anheftung an die *cornea* oder vielmehr an die *membrana humoris aquei* (bei *m*) geschieht mittelst kurzer weisslicher Fasern (0,3‴ lang, 0,1‴ dick), welche dicht neben einander stehen, ohne jedoch mit einander verbunden zu sein. Hiervon überzeugt man sich durch die Feuchtigkeit, mit welcher der Kopf einer feinen Nähnadel den Zwischenraum zwischen zwei Fasern durchdringt, ferner auch dadurch, dass nach Ablösung der *sclerotica* von hinten her am frischen unverletzten Auge, nach Trennung der Verbindung des *lig. ciliare* und nach Ablösung des gleich zu beschreibenden *orbiculus ciliaris* der *humor aqueus* bei unverletztem *lig. iridis* dennoch hervorsickert, um so leichter, je mehr man den Rand der *sclerotica* hinter demselben aufhebt, wobei doch eigentlich der unmittelbare Druck der Flüssigkeit geringer wird. Der übrige Theil des *lig. iridis* ist fester, dichter, 0,25‴ dick, oben mit braunem Pigmente, an der unteren Fläche mit schwarzem bedeckt, und vereinigt sich mit dem *corpus ciliare* in einem sehr spitzen Winkel. Der dreieckige Raum hinter diesem Ligamente (γ) dessen Vorderseite von eben diesem, dessen Aussenseite von der Innenfläche des vorderen Theiles der *sclerotica* gebildet wird, und etwa an der Schläfenseite 0,9‴, an der Nasenseite 0,4‴ misst, dessen Innenseite von der Verbindung des *lig. iridis* mit der Iris bis zum *lig. ciliare* reicht, 1,2‴ breit und convex ist — dieser Raum wird gemeinhin und namentlich von *Murray canalis Fontanae* genannt [1]). Betrachtet man indess eben dieses Dreieck genauer, so sieht man im Durchschnitte den *orbiculus ciliaris* als eine schmale weisse Linie (*r*) von der Anheftung des *lig. iridis* an die *cornea* durch dieses Dreieck hindurch gehen, und sich da an die Aussenfläche des *corp. cil.* anheften, wo dieses sich mit dem *lig. cil.* verbindet. Dass dieses in der That der *orbiculus* sei, erkennt man durch Ablösen des *lig. iridis* vorn und des *lig. ciliare* hinten, an einem Segmente aus sämmtlichen Augenhäuten. Es erscheint dann diese Membran durchscheinend, aber nicht durchbrochen. Sie theilt also durch ihre angegebene Lage den sonst als *canalis Fontanae* bezeichneten Raum in einen kleineren schmaleren äusseren oder hinteren Abschnitt (α) oder Raum, und einen grösseren inneren oder vorderen, ersterer ist der *canalis Fontanae medius*, und erhält von der *sclerotica* seine Aussenwand. Der hintere Theil dieses Raumes, welcher dem *lig. ciliare* zunächst liegt, erscheint geschlossen, dagegen im vorderen Theile dieses Raumes in dem spitzen Winkel zwischen dem Vorderrande der *sclerotica* und des *orbiculus* befindet sich sehr deutlich sichtbar der runde *canalis Schlemmii* oder *circulus venosus iridis*. Der nach innen und vorn vor dem *orbiculus ciliaris* liegende Raum ist der *canalis Fontanae anterior*, welcher hier sehr deutlich und offen ist. In ihm befindet sich schwarzes Pigment, und man sieht die Gefässe und Nerven hindurch gehen, zum Theil auch sich gerade aufwärts in das *ligamentum iridis* begeben. Die Verbindungen des *orbiculus* anlangend, so sieht man am Ochsenauge die Wasserhaut zwar sehr deutlich, sie ist aber so brüchig, dass es schwer hält, sie im Zusammenhange darzustellen und so von der *cornea* zu lösen, dass der *orbiculus ciliaris* mit folgt, ungleich leichter ist es dagegen, den *orbiculus ciliaris*, hat man ihn nach Durchschneidung des *lig. iridis* u. *lig. cil.* dargestellt, von hinten her von der *sclerotica* und der *cornea* im Zusammenhange mit der Wasserhaut ab-

---

1) *Eble* (No. 159. S. 181) bezeichnet ebenfalls den Raum zwischen dem erhabenen weissen Ringe (*lig. cil.*) und dem erhabenen Rande der Iris (*lig. iridis*) als Fontana'schen Canal, so auch *Haller* (No. 169. S. 219).

zulösen, so dass man den unmittelbaren Uebergang der einen Haut in die andere erkennt. Es ist dieses um so sicherer nach 3—4 tägiger Maceration auszuführen, je dichter man sich dabei an die *sclerotica* hält, je mehr man die *lamina fusca* derselben, welche an die Aussenfläche des *orbiculus* angeheftet ist, mitnimmt. Die Innenfläche des *orbiculus* ist mittelst längerer und kürzerer Fasern sehr ungleich an die Aussenfläche des vorderen Theils des *corp. cil.* angeheftet. Schwarzes und braunes Pigment nimmt die Zwischenräume zwischen diesen Fasern in dem *canalis Fontanae anterior* ein. Der hintere Rand des *orbiculus* ist zwar mit dem *corpus ciliare* da, wo das *lig. cil.* haftet, fest verwachsen, indess bemerkt man an dem *corp. cil.* gleich hinter dem *lig.*, besonders an der Schläfenseite auf der Durchschnittsfläche, dass die Aussenfläche des *corp. cil.* sich sehr leicht als eigene Membran von dem übrigen Ciliarkörper löst. Diese Membran ist die *arachnoidea chorioideae*, und setzt sich höchst wahrscheinlich, indess nicht hinreichend deutlich nachweisbar, in den hinteren Rand des *orbiculus* fort. Wahrscheinlich wird dieser Uebergang dadurch, dass man den *orbiculus* mit dem *lig. cil.* im Zusammenhange mit dieser bezeichneten äusseren Lamelle abpräpariren kann. Die feste Anheftung des *lig. cil.* hindert nur die unwidersprechliche Nachweisung. — Das *corp. cil.* nimmt von hinten nach vorn, wie gesagt, an Dicke zu, ist gleich vor dem *lig. cil.* 0,4‴ dick, und entfernt sich von hier bis zum Uebergange in die Iris (an der Anheftungsstelle des *lig. iridis* an die Iris) rasch von der *sclerotica.* Der Uebergang des *corp. cil.* in die Substanz der Iris ist durchaus ununterbrochen, und man erkennt ihn an der gleichen graubräunlichen Färbung der Durschnittsflächen beider Organe. Nach Abwischung des Pigments unterscheidet man das *corpus cil.* von der Iris leicht an dem Verlaufe der Fasern; die der Iris sind strahlig, dagegen die des Ciliarkörpers zwischen den Leisten der Quere nach liegen, und viereckige Zwischenräume bilden, wie bereits *Zinn* (S. 59) bemerkte. Die Ciliarleisten (*processus ciliares*) sind sich alle ziemlich gleich an Länge, 2 bis 2,8‴, indem der äussere und gestreifte Theil des *corpus ciliare* an der Nasenseite ganz schmal ist. Ihre Breite beträgt 0,7‴. Das hintere Ende ist nicht besonders spitz, denn sie nehmen sogleich eine bedeutende Breite an, das Vorderende (*u*) ist sehr gleichförmig abgerundet und schwebt frei in der hinteren Augenkammer. Der obere Rand ist nicht allein bis zur Anheftung des *lig. iridis* (an die Iris), sondern sogar noch 0,8‴ über diese Anheftung hinaus an die *uvea* befestigt, und ragt ausserdem noch um 0,8‴ unangeheftet hinüber in die hintere Augenkammer, so dass die *proc. ciliares* ebensosehr dem *corpus ciliare*, wie der Iris anzugehören scheinen. Der untere Rand ist auch nur zum Theil (*s*) in die Rinne zwischen zwei Falten der *zonula* eingesenkt, das Vorderende (*u*) ragt auch hier um 0,8‴ hinüber, und schwebt frei über dem Linsencapselrande. Die Falten der *zonula* reichen mit ihrem Vorderrande, von der Stelle der *uvea* (*t*), wo sich an die Vorderfläche das *lig. iridis* anheftet, bis zum Linsencapselrande (*x*), so dass also dieser Vorderrand ganz schräg an der Seitenfläche einer Ciliarleiste herabgeht, und somit die Hälfte der Leiste frei unangeheftet in die hintere Augenkammer hineinragt. Die Glashaut, welche den Boden des *canalis Petitii* bildet (*v*), geht anfangs parallel mit dem unteren offenen Rande der Zonulafalten bis zur Linsencapsel, wendet sich dann aber etwas nach hinten, und heftet sich (bei y) an den Umfang der hinteren Fläche, 0,7‴ von der Anheftung der *zonula* entfernt. Denken wir uns nun die *zonula* als eine ebene, gleichförmige Membran, was sie der Falten wegen nicht ist, so bildet sie mit der *hyaloidea* und dem Umfange der Linsencapsel hier im Ochsenauge in der That ein Dreieck, wie man die Form des

Petit'schen Canals überhaupt bei allen Säugethieren bisher angegeben hat, während er sonst bei den Meisten wie beim Menschen ganz flach ist.

Cervus elaphus, *alces*, *axis* zeigen eine ähnliche Bildung der beschriebenen Theile, nur zarter als im Ochsenauge.

Das Schaf und die Ziege geben ebenfalls zu keinen besonderen Bemerkungen Veranlassung, ausser dass bei letzterer die Zwischenränme zwischen den einzelnen Fibern des *ligamentum pectinatum iridis* deutlicher wahrzunehmen sind, und eine offenere Communication zwischen der vorderen Augenkammer und dem vorderen Fontana'schen Canale gestatten. Nach *Haller's* Beschreibung scheint des Auge des Steinbocks dem der Ziege durchaus zu gleichen (a. o. O. S. 222).

Das Auge der Gemse, welches *Sömmerring* abbildet und (S. 36) beschreibt, ist um der Scharfsichtigkeit willen interessant, die dieses Thier auszeichnet. Hornhaut und Linse sind gleich dem Raubthierauge sehr convex, fähig eine Menge Licht zu sammeln, während dagegen das *corpus ciliare* sehr schmal ist und noch weit flacher liegt, als im Ochsenauge. Der Petit'sche Canal ist nach Haller's Beschreibung (a. a. O. S. 224) vorhanden, aber die Falten der *zonula* können bei den schmalen Ciliarleisten nur klein sein.

Das Pferd zeichnet sich durch die fast alle Säugethiere übertreffende Grösse seines Auges aus (*Taf. II. f. XV*), womit sich jedoch zu gleicher Zeit eine zartere feinere Bildung der einzelnen Theile verbindet.

Der Ciliarkörper wird von hinten nach vorn unbedeutend dicker und entfernt sich hierbei allmälig von der Innenfläche der *sclerotica*, so dass zwischen beiden hinter dem *ligamentum iridis* ein dreieckiger Raum entsteht. Dieser ist mit dichtem, zum Theil dunkel gefärbtem Zellgewebe so angefüllt, dass man beim ersten Blicke nur eine Masse zn sehen glaubt. Löst man nun aber nach 2—3 tägiger Maceration die *chorioidea* von hinten nach vorn dergestalt von der *sclerotica*, dass Nichts auf dieser zurückbleibt, d. h. schabt man Alles, was als Fortsetzung der *tunica humoris aquei* angesehen werden muss, und diese selbst im Zusammenhange ab, und vergleicht nun die so blossgelegten Häute mit einer Durchschnittsansicht, so ergibt sich Folgendes: Die *sclerotica* ist an die *chorioidea* in ihrem ganzen Umfange mittelst eines zähen langfaserigen Zellgewebes angeheftet, dessen einselne Fasern in der Richtung von hinten nach vorn von der *scler.* zur *chor.* hinübergehen, an der Innenfläche der *sclerotica* selbst aber eine zusammenhängende Membran bilden, die mehr zellig als serös zu nennen, an der Aussenfläche weiss, an der Innenfläche schwarz ist. In der Gegend der *ora serrata retinae* heftet sie sich sehr fest an das hier beginnende *corpus ciliare.* Vor dieser Anheftung, 2,7‴ vom Rande der Hornhaut, wo die Ciliarfortsätze beginnen, gehen die Fasern sogleich wieder hinüber zur *sclerotica*, so dass also hier ein etwa 0,8‴ breiter *canalis Fontanae externus* entsteht. Man sieht somit im Pferdeauge einen unmittelbaren Uebergang der die *sclerotica* auskleidenden Membran in das *ligamentum ciliare.* Dieses setzt sich jetzt, au der Innenfläche der *sclerotica* haftend, bis zum Hornhautrande fort, und bildet hier, d. h. zwischen dem dritten Theile des *lig. ciliare* und dem Hornhautrande, einen 0,9‴ breiten und 0,2 dicken, der *sclerotica* sehr fest, dem *corpus ciliare* nur sehr locker angehefteten Ring von einem dichten, weissen faserigen Gewebe. Wenn man diesen faserigen Ring, den wir den vordersten oder vierten Theil des *ligamentum ciliare* nennen wollen, aufhebt, und von der Aussenfläche des *corpus ciliare* entfernt, so sieht man zwischen beiden eine ähnliche, weisse, aber weit zartere Mem-

bran, welche unmittelbar vor dem dritten Theil des Ciliarligaments von dem *corpus ciliare* ausgeht, sich ebenfalls nach vorn begibt, und sogleich dem vordersten Theile des *ligamentum ciliare* anschliesst. Das ist der *orbiculus ciliaris.* Seine unmittelbare Vereinigung mit dem weissen Kreise ist der Grund, weshalb es hier gar nicht zur Bildung eines *canalis Fontanae medius* kommt. Nach Vereinigung beider nimmt die Membran nun sogleich die Beschaffenheit und das Ansehen der Wasserhaut an, und löst man sie im Zusammenhange mit derselben ab, so sieht man sehr deutlich, dass diese sich noch über der Stelle, wo an ihrer Innenfläche das *ligamentum iridis* entspringt, nach hinten fortsetzt, um, wie gesagt, mit den vereinigten *orbiculus ciliaris* und *lig. ciliare* zusammenzufliessen. Dieser durchsichtige Saum ist 0,7‴ breit, und man sieht (nach abgelöster *sclerotica* und *cornea*) von aussen her durch diesen Saum hindurch in den hinter dem *lig. iridis* befindlichen Raum, d. h. in den *canalis Fontanae anterior.* Man sieht das schwärzliche Zellgewebe, die dunkleren Zellen, die weissen Anheftungsfasern dieses Canals durchschimmern, dessen Aussenwand eben der durchsichtige Saum bildet. Zu gleicher Zeit ist die Uebergangsstelle der beschriebenen Membranen an der Aussenfläche durchaus glatt, ebenso wie der Uebergang der von ihnen abgelösten Innenfläche der *cornea* und *sclerotica.* Betrachtet man hierzu noch den Durchschnitt, so kann von einem Uebergange der *tunica humoris aquei* zur Iris beim Pferde ganz und gar nicht die Rede sein [1]). Das *ligamentum iridis* ist etwa 1‴ breit, 0,3‴ dick, schwarz. An seinem Aussenrande bemerkt man sehr kurze (0,2‴), dicke (0,04‴) weissliche kammförmige Fasern. Da, wo dieselben in den inneren Theil des *lig. iridis* übergehen, vereinigen sie sich in einen, dem Hornhautrande parallelen Faserstreifen, den man leicht für die hinübergehende *tunica humoris aquei* halten kann, der aber durchaus nicht mit dieser Membran zusammenhängt. Die kammförmigen Fasern lassen kleine Zwischenräume zwischen sich, durch welche man, nach Abtrocknung dieser Gegend die Flüssigkeit aus dem *canalis Fontanae anterior* herausdrücken kann. Die Fasern sind aussen an die Wasserhaut auf das Festeste angeheftet, dagegen der Faserstreif, welcher die einzelnen Fibern vereinigt, von dem innern, der Iris anliegenden Theile des *ligamentum iridis* leicht abgerissen werden kann. Wenn man die Lage des *orbiculus ciliaris* beachtet, und mit der Lage des *ligamentum iridis* vergleicht, so wird man es sehr begreiflich finden, dass der *canalis Fontanae anterior* hier, beim Pferde, sehr gross ist. Seine Aussenseite misst 2,4‴, seine Innenseite, d. h. das *Corp. cil.*, 2,9‴, seine vordere Seite, d. h. das *lig. iridis*, 1‴. Hinten bildet er einen sehr spitzen Winkel, dagegen zwischen der äusseren und vorderen Fläche einen stumpfen. Sein Inhalt ist ein schwarzes Zellgewebe, welches von aussen nach innen hinüber laufende Fasern bildet. Zwischen diesen bleiben grössere und kleinere Zwischenräume. Die Anheftung des *lig. iridis*, *orbic. cil.* und *lig. cil.* an die

---

1) Uebereinstimmend mit dieser Beschreibung ist die *Unna's* (No. 164. S. 22): *Deinde quoque in equinis oculis, quoties ego eos disserui, tunicam humoris aquei, quae corneam vestit, in angulo acuto, quem illa cum iride facit, non in hanc transeuntem, sed infra progredientem et quidem cum taenia fusca illa, in corneae et scleroticae margine sita* (so bezeichnet nämlich Unna stets den vorderen in die Wasserhaut übergehenden Rand des vordersten oder vierten Theils des *ligamentum ciliare) connexam inveni. Huic vero connexus firmitati inprimis tribuendum puto, si una cum taenia illa tunicae corneam vestientis partem avellerem. Haec autem cum vi quadam ob illa separaretur, limbo dentato praedita apparebat, et ubique nudo armatoque oculo rupturae vestigia praebebat. Cum eadem taenia, quae, ut supra dixi, orbiculi ciliaris marginem paullulo superat, iris equina lamina sua serosa arcte conjungitur, itaque fit, ut simul cum iride saepe et tunicam nostram a cornea detrahas.*

sclerotica ist so fest, dass nach dreitägiger Maceration, ganz verschieden von anderen Thieren, diese Theile an der *sclerotica* selbst mit dem schwärzlichen Zellgewebe haften bleiben, und die Aussenfläche des Ciliarkörpers ganz rein abgelöst werden kann. — Das *corpus ciliare* selbst ist dünn, nimmt nach vorn nur wenig an Dicke zu, bis auf 0,2'''. Der äussere Theil ist sehr fein gestreift, an der äusseren Seite 1,8''' breit, an der inneren nur 0,2'''. Der innere Theil ist aussen 4,4''', innen 3,2''' breit, seine Innenfläche ist fein quadrillirt, die äussere zeigt Fasern, welche in der Richtung von hinten nach vorn verlaufen. Die Ciliarleisten sind dünn, häutig, zwar etwas dicker als im Luchsauge, doch immer noch so dünn, dass man auch hier sich sehr irren würde, wenn man sie kolbig nennt. Sie sind hinten spitz, vorn abgerundet. Ihre Länge beträgt 2,8—3,2''', das Vorderende ragt um 1,8''' über die Falten der *zonula* hinüber, also auch über die Anheftung des *lig. iridis*, frei in die hintere Augenkammer, aber auch dieses Vorderende ist platt. Die Lage der Ciliarleisten ist, wenn man die Hornhaut nach oben wendet, fast ebenso horizontal wie beim Ochsen. Sömmerring bildet sie zu lang, zu schräge liegend und das Ende gerade abgeschnitten ab, so dass man meinen sollte, es ragten die Leisten nicht über die Falten der *zonula* hinüber. Die Linsencapsel, so wie die *zonula* gibt zu keinen besonderen Bemerkungen Veranlassung.

Die Lage des Ciliarkörpers beim Kameele scheint nach *Sömmerring* (S. 37) mit dem des Ochsen übereinzustimmen.

Von den Dickhäutern habe ich das Schwein untersucht und im Ganzen eine ziemliche Uebereinstimmung in der Bildung der in Rede stehenden Theile mit denen des Menschen gefunden, nur sind das *lig. pect. iridis*, der *canalis Fontanae anterior* und *medius*, so wie der *orbiculus ciliaris* deutlicher. Die *tunica humoris aquei* und deren Uebergang in den *orbiculus* sah ich besonders deutlich an dem frischen Auge von *sus Babirussa.* Die Ciliarnerven geben dem *corpus ciliare* deutlich nachweisbare Zweige ab, besonders war mir hierbei der Verlauf eines Ciliarnerven bei *sus Babirussa* bemerkenswerth, welcher sich in der *chorioidea* selbst zu vertheilen schien, in der That aber in dem *corpus ciliare*, ohne an dem Geflechte der übrigen Theil zu nehmen, endigte.

Beim Elephanten ist die Lage des Ciliarkörpers, wie aus der Sömmerring'schen Abbildung ersichtlich, sehr flach. Nach Sömmerring (S. 39) ist ferner auch die Anheftung des Ciliarkörpers an die Sclerotica sehr fest. So schien mir ebenfalls in einem Präparate des Pariser Cabinetts die Anheftung der Iris äusserst fest zu sein.

Das Auge des Rhinoceros, das ich daselbst zu betrachten Gelegenheit hatte, zeigte eine gleich feste Anheftung des Ciliarkörpers, eine gleich horizontale Lage derselben, aber ziemlich breite Ciliarleisten, umgeben von einer sehr dicken Pigmentschicht.

Ein wenig ausgebildetes *corp. cil.* zeigt nach Sömmerring das Auge des Känguruh (S. 29).

Die Nager müssen in Bezug auf die Bildung des *corpus ciliare* und der anliegenden Theile unsere Aufmerksamkeit ebenfalls in Anspruch nehmen, da ihre Lebensweise das deutliche Nahsehen ganz besonders verlangt. Deshalb scheint mir die Betrachtung des Hasenauges nicht ohne Nutzen. Die *ora serrata retinae* oder der hintere Rand des Ciliarkörpers ist zwar nur um 0,57''' an der Nasenseite, um 0,7''' an der Schläfenseite von dem Hornhautrande entfernt, dennoch ist der Ciliarkörper nicht unbeträchlich, sondern 1,57''' und 1,7''' breit, indem nämlich der Aussentheil der Iris, wie beim Ochsen, mit zu seiner Bildung verwandt wird, d. h. nämlich sowohl das netzförmige Ansehen an seiner Innen-

fläche zeigt, als auch den Ciliarleisten zur Anheftung dient. Die Lage des ganzen Ciliarkörpers, den Aussenrand der Iris mitgerechnet, ist schräg, weil die Linse, bedeutend vorragend, die Iris mit hervordrängt. Das *lig. cil.* ist fest und schmal, ebenso sind die Fasern des *lig. pect. irid.* nur kurz. Die Ciliarleisten (*Taf.* 4. *fig.* 17) zeichnen sich durch ihre verhältnissmässige Breite aus, 0,7‴. Sie heften sich, dem Ciliarkörper entsprechend, um 1 Linie weiter nach innen an die *uvea* an, als die Anheftung der Iris reicht. Ihre Form ist dreieckig. Die eine spitze Ecke befindet sich an der *uvea*, die zweite rechtwinklige heftet sich an die Linselcapsel, der vordere Rand der Leiste zwischen beiden Ecken steigt fast gerade herab und hält etwa 1‴, der untere oder innere Rand ist concav, der äussere convex. Die den Leisten entsprechenden Falten der *zonula* bilden also, im Zusammenhange gedacht, einen nicht unbeträchtlichen Wulst um den Rand der Linse, indem die vorragende Ecke jeder Falte bis zur *uvea* reicht. Der *canalis Fontanae anterior* ist vorhanden. *Hegar* (No. 156. S. 15) sah ihn beim Kaninchen gleichfalls.

Das Auge des Murmelthiers, Bibers und Stachelschweins bildet Sömmerring ab. Von dem Auge des Hamsters, Eichhörnchens, Meerschweinchens gibt Treviranus die Dimensionen an. Das kleine Auge der Ratte lässt nicht minder den Ciliarkörper mit seinen Anheftungen und den Ciliarleisten erkennen.

Das Auge der Fledermaus bildet Sömmerring ab. Aus seiner Beschreibung desselben erhellt das Vorhandensein des Ciliarkörpers.

Unter den Wasserthieren ist das Auge des Seehundes vorzüglich herauszuheben. Eine Abbildung von *phoca groenlandica* gibt Sömmerring; *phoca vitulina* habe ich selbst zu untersuchen Gelegenheit gehabt. Die Lage und Anheftung des Ciliarkörpers ist der im Luchsauge sehr ähnlich. Iris und Ciliarkörper sind sehr dick, das *lig. cil.* ist sehr fest, das *lig. iridis* wird aus weisslichen Fibern gebildet. Der Fontana'sche Canal zwischen beiden ist 2,5 bis 3‴ breit, und man sieht den *orbiculus ciliaris* deutlich durch ihn hindurchgehen, angeheftet wie beim Luchse. Auch *phoca ocellata* zeigte keine Verschiedenheit.

Das Wallfischauge, von *Sömmerring* beschrieben und abgebildet, von *Treviranus* gemessen, hat hinsichtlich der Grösse seiner Höhlung, des *tapetum* wie der Wölbung der Hornhaut Aehnlichkeit mit dem Ochsenauge. Das *Corpus ciliare* ist aber breiter und schräger gestellt, die Ciliarleisten gehen nicht von der *uvea*, sondern vom Ciliarkörper selbst aus. Die Linse ist runder. An einem Präparate im Pariser Cabinette sah ich die Descemet'sche Haut, den *orbiculus*, die Anheftung der Iris sehr deutich, dagegen wage ich nicht zu entscheiden, ob die äussere Platte des *corpus ciliare* für der *lig. cil.* angesehen werden kann, es ist mir aber wegen sonstiger Uebereinstimmung wahrscheinlich.

Nach *Treviranus*' Abbildung und *Ammon's* Beschreibung (No. 160. S. 200) zu urtheilen, ist das Narhwal-Auge in Bezug auf die Lage des *lig. iridis* und *lig. cil.* ähnlich gebildet.

Sechzehntes Capitel.

Lage und Verbindung des Ciliarkörpers im Vogelauge nebst Betrachtung des Kammes.

Der Vogel bedarf einer Bewegung der Krystalllinse zum deutlichen Sehen in der Nähe ungleich mehr als das Säugethier, da er nothwendig Alles, was er mit dem Schnabel ergreift, deutlich sehen muss. Wäre es daher auch nicht gelungen, jene Bewegung im Auge des Taubenfalken so ungemein deutlich zu sehen, so würde man dennoch *a priori* schon vermuthen müssen, dass der auf eine solche Bewegung hinwirkende Apparat ein dem Säugethierauge analoger und sehr ausgebildet sei. Ja, man könnte es zu gleicher Zeit für höchst wahrscheinlich halten, dass auch das Auge des Vogels beim Fernsehen im Ruhestande sich befinde, beim Nahsehen aber erst jene innere Thätigkeit in Wirkung treten lasse; das deutliche Bild beim Schnepfenauge beweist Dieses vollkommen. Um daher auch hier die Art und Weise der inneren Veränderung richtig beurtheilen zu können, wollen wir die Anheftung des Ciliarkörpers und der Linse auch bei einigen Vögeln untersuchen.

Das Geschlecht der Falken ist unter den Vögeln wegen der Schärfe des Gesichts noch berühmter als das der katzenartigen Säugethiere. Die Kürze ihres starken Schnabels macht auch das Nahsehen für diese Thiere nothwendig, daher scheint es mir passend, gerade die Beschreibung ihres Auges voranzustellen. Ich gehe hierbei von *Falco chrysaëtos*, den ich in Berlin zu untersuchen Gelegenheit hatte, aus, und schliesse spätere und frühere Untersuchungen an anderen Arten, wegen der grossen Aehnlichkeit der verschiedenen Species dieser Gattung, hieran.

In Betreff der Form des Augapfels und der Dimensionen verweise ich auf *Sömmerring* (S. 47 und T. III) und *Treviranus* (S. 26), bemerke nur, dass das von mir untersuchte Auge um 1 Linie länger und um 1 ½ Linie breiter war als das von *Sömmerring* abgebildete. Die starke Wölbung der Hornhaut und der Linse gewährt offenbar den Vortheil, eine grosse Menge Lichtstrahlen auf einen Punct der Netzhaut vereinigen zu können. Der Knochenring sichert dem Augapfel eine Form, bei welcher, ungeachtet der grossen Entfernung der Hornhaut von der Netzhaut, dennoch Raum gespart wird. Aber es ist mit der verhältnissmässig bedeutenden Grösse des Augapfels auch der Nachtheil einer geringeren Beweglichkeit verbunden, daher der eigenthümliche starre Blick des Vogels. —

Der Knochenring (fig. XVIII. ς) zeigt sich im Durchschnitte in der Mitte am dicksten, während der vordere, mehr noch der hintere Rand zugeschärft sind. Die *sclerotica* theilt sich etwa eine Linie hinter dem Hornhautrande (bei *a*) in zwei Platten, zwischen welche der Knochenring hineingeschoben ist. Die äussere Platte (aa) ist sehr dünne, 0,25‴, und überzieht gleichmässig die Aussenfläche des Knochenringes. Die innere Platte, da, wo sie den vorderen Theil der Innenfläche des Knochenringes überzieht, ist ungleich dicker 0,5‴, nimmt aber an dem mittleren dicksten Theile des Knochenringes rasch an Dicke ab, 0,2‴; am hinteren Theile des Knochenringes aber theilt sich diese Platte der *sclerotica*, indem sie wieder etwas an Dicke zunimmt, nochmals in zwei dünne Blätter (a^2 und a^4), welche den vorderen Rand (ϱ) einer hornigen spröden Lamelle (ξ) zwischen sich neh-

men. Es besteht nämlich der ganze hintere Theil der harten Augenhaut bei den meisten Vögeln aus zwei Lamellen, einer äusseren (a), welche in ihrer Beschaffenheit der *sclerotica* der Säugethiere gleicht, hinten dicker, am grössten Umfange des Augapfels dagegen dünner ist, und vorn den Knochenring umschliesst — und einer inneren (ξ), gleichförmig dicken, etwa 0,15 bis 0,25‴ haltenden Lamelle, welche durchsichtig, hornartig, elastisch aber brüchig ist [1]). Der Vorderrand dieser Lamelle (ϱ) also erstreckt sich, zugeschärft, über den hinteren Rand des Knochenringes an seiner Innenfläche hinüber, und wird hier von zwei Blättern der von vorn her entgegenkommenden Lamelle der *sclerotica* umfasst (von a^2 und a^4). Das äussere Blatt (a^2) geht zwischen Hornplatte und Knochenring hin, und vereinigt sich am hintern Rande desselben mit der den Knochenring aussen überziehenden Platte (bei a^3); das innere Blatt (a^4) dagegen verdünnt sich rasch, und endigt an der Innenfläche der Hornplatte, noch vor der Wölbung des Augapfels. Der Sehnerve tritt nach aussen und unten vom Centrum (1,5‴ entfernt) durch die Augenhäute in einer scharfen Linie, welche die Richtung schräg nach innen gegen den unteren Rand nimmt, den Augapfel von hinten her betrachtet, in diesen ein. Hier sind *sclerotica* und *chorioidea* fest an einander geheftet; ebenso sind sie nach innen und unten vom Sehnerveneintritt zusammengewachsen, da wo an der Aussenfläche der birnförmige Muskel des dritten Augenlides sich befindet. Noch eine Verbindung zwischen *sclerotica* und *chorioidea* findet am oberen Theile der hinteren Fläche des *bulbus* Statt, in einer Linie, die vom oberen Rande des Umfanges 6‴ weit gegen das Centrum gerichtet ist, und dem inneren Rande des viereckigen Muskels des dritten Augenlides entspricht. Auch hier treten Gefässe (Venen) durch die *sclerotica*, aber vorzugsweise wird die Verbindung durch feste, weissliche, sehnichte Fasern vermittelt, die beim Ablösen an der *sclerotica* zurückbleiben. Im Uebrigen liegt die Aussenfläche der *chorioidea* lose an der Innenfläche der *sclerotica* an, und es zeigen beide Flächen eine seröse Glätte. Schabt man ein wenig diese glatte sehr wenig gefärbte Innenfläche der *sclerotica*, so kommt die hornige Lamelle sogleich zum Vorschein, und es scheint allerdings bier eine, diese überziehende Membran vorhanden zu sein, aber erst weiter nach vorn an der Stelle, welche der *ora serrata retinae* entspricht, ist diese Membran deutlich, entfernt sich auch sogleich von der *sclerotica* (q), und geht als eine häutige Verbindung rings umher, von der Innenfläche der *sclerotica* aus nach vorn zu gerichtet zur Aussenfläche der *chorioidea* oder vielmehr des *corpus ciliare* hinüber (q). Diese leicht erkennbare häutige Verbindung, der hintere Theil des *ligamentum ciliare*, ist an der Schläfenseite ungefähr 1,7‴, an der Nasenseite 1,2‴ breit, mehr zellig als faserig, dunkel gefärbt, gestreift; die Aussenfläche hängt noch einigermaassen, aber sehr locker mit der Innenfläche der *sclerotica* zusammen, die Innenfläche dagegen liegt frei auf der *chorioidea*, da, wo deren Venen um den Rand des Ciliarkörpers einen Gefässkranz bilden. Der vordere Rand dieser Membran heftet sich, wie gesagt, an die Aussenfläche des Ciliarkörpers, welcher hier (bei p, fig. XVIII.) von einem weissen sehnigen Ringe von 0,8‴ Breite bedeckt wird (dieses und das Folgende sah ich besonders deutlich bei F. Albicilla); d. h. es geht das *lig. cil.* erst von der *sclerotica* zur *chorioidea* hinüber, und bedeckt nun diese als ein weisser sehniger Ring. Von dem vorderen Rande dieses Ringes setzen sich die Fasern des *lig. ciliare* weiter nach vorn, dicker werdend (o)

---

1) Wie *Arnold* (No. 131. S. 36) diese Lamelle eine seröse Haut nennen kann, während *Olbers* sie doch schon als hornig beschreibt, verstehe ich nicht — jedenfalls ist die Art der Endigung vorn der beste Beweis dagegen.

zur Innenfläche der *sclerotica* fort, da wo diese den dicksten Theil des Knochenringes überzieht. Dieser vordere Theil des *ligamentum ciliare* (o) stellt eine an der Schläfenseite 2,2‴, an der Nasenseite 1,5‴ breite, feste, deutlich von hinten nach vorn gefaserte, dünn durchscheinende Membran dar, deren Aussenfläche mittelst eines lockeren gelblichen weichen Zellgewebes von der *sclerotica* getrennt ist, deren Innenfläche nur durch zarte Fasern mit der Aussenfläche des *corpus ciliare* zusammenhängt. An der *sclerotica* angelangt, setzt sich nun diese Membran, das *lig. cil.*, fest der *sclerotica* anhängend (n), und die Ciliarnerven einschliessend, nach vorn bis zum Rande der *cornea* (m) fort. Dies ist der Crampton'sche Muskel, von einer nichts weniger als musculösen Structur. Ich fand vielmehr diesen Theil des Ciliarligaments bei allen Vögeln deutlich gefasert aus weissen, festen, von hinten nach vorn verlaufenden Sehnenfasern bestehend, welche durch ein festes Zellgewebe mit einander und mit der *sclerotica* zusammenhängen, so dass man die ganze Lamelle mit Mühe von der *sclerotica* trennt. Die Innenfläche dagegen liegt dem *orbiculus ciliaris* und der Aussenfläche des hierselbst blau und glatt erscheinenden *corpus ciliare* ganz lose an, nur durch ein sehr lockeres, zartes Zellgewebe und durch einige Nervenfasern verbunden, so dass man diesen Theil des *lig. cil.* mit Leichtigkeit von dem *corp. cil.* abheben kann. — Der vordere Rand dieser Lamelle geht in die Hornhaut, oder, um sogleich die richtige Ansicht vorzubringen, in die Descemet'sche Haut (k) über (was ich indess mit weit vollkommnerer Deutlichkeit beim Auerhahne und beim Schwane erkennen konnte [1]). Hiernach besteht also das *ligamentum ciliare* aus vier Abtheilungen: 1. der von der *sclerotica* zur *chorioidea* oder zum *corpus ciliare* hinübergehenden Membran (q); 2. dem das *corpus ciliare* deckenden Theil (p); 3. dem zur *sclerotica* hinübergehenden Theil (o); 4. dem der *sclerotica* angehefteten, die Nerven umschliessenden Theil (n), dem bisher sogenannten Crampton'schen Muskel. — Alle vier bilden eine einzige von der grössten Wölbung der *sclerotica* bis zum Hornhautrande reichende breite Membran, welche, durch vorsichtige Ablösung der *sclerotica* von aussen her, auf dem *corpus ciliare* zurückbleibt, und aus deutlichen zu-

---

1) *Rosenthal* sagt (No. 160. S. 202): die *Cornea* der Vögel ist sehr convex, und lässt sich leicht in mehrere Lamellen zerlegen, von denen die hinterste, der Iris zunächstliegende sehr dünn ist und ihres lockeren Zusammenhanges wegen sich von allen am leichtesten trennen lässt. Ihr Rand, der mit der *sclerotica* zusammen hängt, ist wulstförmig, und verbindet sich mit einem langen Fasergewebe, welches an dem Faltenkranzbande (*orbiculus ciliaris*) entsteht, und in parallel neben einander liegenden Fasern und um den Wulst dieses Randes sich ansetzt. *Ammon* stimmt ihm darin bei, dass diese Fasern mit dem Ciliarbande zusammenhängen. — *Treviranus* (No. 129. S. 83) beschreibt die Lage und Verbindungen des *ligamentum ciliare* noch deutlicher: Von dem Fontana'schen Canal ist es ausgemacht, dass er nur bei Vögeln sich als ein wirklich offener Raum zwischen dem äusseren und inneren Blatt des Ciliarkörpers zeigt (hierbei ist der mittlere und vordere Fantana'sche Canal gemeint). Noch unbemerkt ist aber meines Wissens der Umstand, dass die äussere Wand desselben mit der innern des Knochenringes durch einen doppelten Kranz von Fasern zusammenhängt. Der eine Kranz umgibt den vordern, der andere den hintern Rand jener äussern Wand. Die Fasern derselben liegen gedrängt an einander und divergiren von vorn nach hinten. Am längsten und dicksten sind sie bei den Raubvögeln, kleiner und dünner bei den übrigen Vögeln. Sie erscheinen unter dem Mikroskop gleich den Muskelfasern mit parallelen Querstrichen gezeichnet. Doch haben sie dabei eine Steifheit und Starrheit, die nicht den wahren Muskelfasern eigen ist. Auch scheinen die Ciliarnerven keine Zweige an sie abzugeben. Die äussere Wand des Fontana'schen Canals, zu welcher sie gehen, ist so breit wie der Knochenring, und besteht ebenfalls aus längslaufenden parallel neben einander liegenden Fasern. Sie hängt vorn durch einen wulstigen Rand mit dem hintern Rand des innern Blattes der *cornea*, hinten mit dem vordern Rand der *chorioidea* und dem hintern des Knochenrings zusammen. Die innere Wand ist dasselbe Blatt, auf dessen inwendiger Fläche sich die Ciliarfortsätze befinden.

sammenhängenden, in eben dieser Richtung zu verfolgenden Fasern besteht — das ist das ganze *ligamentum ciliare*, welches somit hier im Adlerauge in seiner vollständigsten Entwicklung sich zeigt. Der äussere Fontana'sche Canal (β) ist eben durch diese Ausbildung des Ciliarligaments ebenfalls sehr beträchtlich und offen. An der Schläfenseite beträgt seine ganze Breite 4,7‴, an der Schnabelseite 3,5‴. Seine Innenwand bildet der erste, zweite und dritte Theil des Ciliarligaments (q — p — o), seine Aussenwand derjenige Theil der *sclerotica*, der den Vorderrand der hornigen Lamelle überzieht (a^4). Dieser Canal ist von einem lockeren Zellgewebe ausgekleidet. — Den *orbiculus ciliaris* (r) und das *lig. pectinatum iridis* (i) sieht man am deutlichsten, wenn man einen Durchschnitt des Augapfels unter Wasser betrachtet. Fasst man nämlich mit der Pinzette vorsichtig die äusserst dehnbare, deutlich aus zwei Lamellen bestehende Iris am Pupillarrande, und zieht sie ein wenig von der Hornhaut und *sclerotica* ab, so bemerkt man eine sehr dünne, dehnbare, etwa 0,8‴ bis 1‴ breite Membran, welche den gezackten Rand der gefärbten Vorderfläche der Iris mit der Stelle verbindet, wo die *sclerotica* in die *cornea* übergeht (oder, nach der vorliegenden Beschreibung, wo das *lig. ciliare* in die *tunica humoris aquei* sich fortsetzt). Diese Verbindung (i) besteht, wenn man sie nach Reclination der Hornhaut von vorn her betrachtet, aus einzelnen durchsichtigen, bei manchen Falkenarten ein wenig gefärbten Fasern, zwischen denen sich ein laxes Zellgewebe befindet, welches vielfach durchbrochen ist. Die Anheftung dieser Fasern ist ähnlich der im Luchsauge, ausser dass Alles viel zarter sich zeigt. Eine Fortsetzung über die Vorderfläche der rostbraunen Iris ist durchaus nicht wahrzunehmen. An einigen Stellen sieht man zwischen den Fasern, in der Richtung derselben, Nervenfäden vom *lig. ciliare* zum Aussenrande der Iris hinübergehen. Bei der angegebenen Betrachtung unter Wasser wird durch das mässige Anziehen der Iris ein dreieckiger Raum sichtbar gemacht (γ und α), welcher vorn von dem eben beschriebenen *lig. iridis*, nach aussen von dem dritten und vierten Theil des *lig. ciliare*, nach innen von der Aussenfläche des *corpus ciliare* umgeben wird. Dieser Raum wird gemeinhin Fontana'sche Canal genannt. Es ist indess sehr bemerkenswerth, dass man eine Scheidewand schräg durch denselben hingehen, und ihn durch dieselbe in zwei Canäle oder Räume getheilt sieht. Diese Scheidewand (r) ist der *orbiculus ciliaris*, welcher von dem Vereinigungspuncte zwischen *lig. cil.*, *tunica humor. aqu.* und *lig. iridis* schräg abwärts und einwärts bis zur Aussenfläche des *corpus ciliare* 1,2‴ unterhalb des Irisrandes sich hinzieht, hier, fest mit dem *corp. cil.* verbunden, sich höchst wahrscheinlich unter dem zweiten Theil des *lig. cil.*, welcher an das *corp. cil.* angewachsen ist, wegzieht, und weiter nach hinten den serösen Ueberzug der *chorioidea* bildet. Der *orbiculus ciliaris* ist eine weissliche zellige, durchscheinende, zerreissbare, doch undurchbrochene Membran, etwa 1,4‴ bei *F. chrysaëtos* breit, und an beiden Flächen nur hier und da ungleich lockerer als bei Säugethieren an das *lig. cil.* und das *corp. cil.* adhärirend. Der mehr rhomboedrische Raum zwischen dem *orbic.* und dem *lig. cil.* ist der mittlere Fontana'sche Canal (α), der dreieckige zwischen dem *orbiculus*, dem *lig. iridis* und der Aussenfläche des *corp. cil.* befindliche Raum (γ) ist der vordere Fontana'sche Canal, und dieser allein hängt mittelst der Zwischenräume zwischen den Fasern des *lig. iridis* mit der vorderen Augenkammer zusammen.

Der Ciliarkörper (g h), an der äusseren oder Schläfen-Seite 7,8‴, an der inneren oder Schnabel-Seite 5‴ breit, ist, um eine richtige Ansicht zu gewinnen, nach der Lage seines äusseren oder hinteren und seines inneren der Linse zunächst liegenden Theils zu betrachten. Der äussere Theil des Ci-

liarkörpers (g) reicht von der *ora serrata* bis zur Linse, liegt also schräg, ganz entsprechend dem äusseren Theile des Knochenringes. Er ist dünner und zarter gebildet als der vordere Theil. Seine Aussenfläche wird von den drei ersten Theilen des Ciliarligaments bedeckt; auch der *orbiculus ciliaris* heftet sich an dieselbe an. Seine Innenfläche ist zunächst der *ora serrata* von den Anfängen der Ciliarleisten, die aber hier nur wenig hervorragen, zart gestreift. Auf halbem Wege zur Linsencapsel, also ungefähr da, wo an der Aussenfläche der dritte Theil des *lig. cil.* sich von dem *corpus ciliare* entfernt, gehen 3—4 solcher feiner Streifen in eine Leiste über, indem 2 Streifen in dem Zwischenraume zwischen zwei Leisten auslaufen, zwei andere in die Leiste selbst sich fortsetzen. Diese Leiste aber ragt auch nur sehr wenig (s), etwa 0,2‴ oder 0,25‴ hervor, scheint mehr rundlich, als scharf, und heftet sich gleich dem Zwischenraume an die *zonula*. Von dieser ist wenig zu sagen. Sie reicht von der *ora serrata* bis zur Linsencapsel, ist in ihrem ganzen Umfange der Glashaut fest angewachsen, und schmiegt sich den Ciliarleisten so wie den Zwischenräumen zwischen denselben genau an. Der vordere Theil des Ciliarkörpers, (h) reicht von dem hinteren Umfange der Linsencapsel bis zum Rande der Iris, ist ungleich dicker als der hintere Theil, etwa 0,25—0,35‴, und im Innern faserig gebildet. Seine Aussenfläche bildet die Innenwand des vorderen Fontana'schen Canals, und hängt mit dem *orbiculus ciliaris* mittelst feiner durchsichtiger nachgiebiger Fäden zusammen. — An seiner Innenfläche gehen die vorderen Enden der Ciliarleisten hin. Diese Leisten sind hier breiter, bis 0,35‴, ungleich dicker als bei Säugethieren, und erscheinen nach Ablösung von der Linsencapsel, und Abwaschung des Pigments, wie gefiedert, gefasert. Sie sind auf das Festeste an den Umfang der Linsencapsel in einer Breite von 0,7‴ angeheftet, so zwar, dass die hier sich verdickende *zonula* rinnenförmige Vertiefungen bildet, in welche sich die Ciliarleisten hineinlegen, ohne jedoch an der Innenfläche der Linsencapsel hervorzuragen, denn diese Fläche erscheint glatt. Die vorderen Enden der Ciliarleisten gehen ganz spitz und flach aus, und ragen über den Umfang der Linsencapsel bis auf die Vorderfläche derselben hinüber, woselbst sie, ebenfalls fest angeheftet, einen gezähnelten Kreis bilden. Bei dieser Anheftungsweise kann man also ganz und gar nicht, wie im Säugethierauge, zwischen den einzelnen Leisten ausserhalb der Linsencapsel hindurchsehen, sondern man gewahrt, durch den Glaskörper blickend, die Zwischenräume nur, indem man durch den Rand der Linsencapsel und der Linse selbst blickt.

Der Kamm ist ein dem Vogelauge eigenthümliches Gebilde, welches, wie mir scheint, keine unwichtige Stelle bei den inneren Veränderungen spielt, daher ist denn auch dessen Lage und Verbindung einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen. — Ungefähr 5 Linien nach aussen vom Achsenpuncte der hinteren Fläche des Augapfels unterhalb des Querdurchschnitts tritt der Sehnerve in einer schiefen Richtung durch die *sclerotica*, so dass er diese und die Aderhaut nicht mittelst einer runden Oeffnung durchbohrt, sondern, indem er flach wird, die Verbindung beider Häute zu beiden Seiten durchbricht. Diese Verbindung stellt nämlich einen Streifen dar, der von dem bezeichneten Eintritte des Sehnerven aus 6,5‴ lang und 0,6‴ breit, schräg an der hinteren Fläche des Augapfels nach innen und unten bis fast zur *ora serrata* herabgeht. Der Sehnerv tritt in die Mitte dieses Streifens ein, und von ihm aus erhebt sich der Kamm gegen die Linse. Die feste Verbindung zwischen *sclerotica* und *chorioidea* reicht indess, wie bereits oben bemerkt wurde, noch über den Eintritt des Sehnerven hinüber bis zum Anfange des *lig. cil.* — Betrachtet man die Form des Kammes im Allgemei-

nen, so stellt er ein Trapez dar, dessen Basis eben die Eintrittsstelle des Sehnerven, also etwa 6,5‴ lang ist. Von hier aus laufen 14 Falten, aus denen er besteht, parallel neben einander nach vorn gegen die Linse. Die längste Falte bildet die untere Seite des Trapez (wenn wir den horizontalen Durchschnitt des Auges betrachten); sie ist 5‴ lang, läuft convergirend gegen die Innenfläche des Ciliarkörpers, und unweit derselben in der Richtung gegen den unteren Rand der Linsencapsel. Das Ende dieser ersten längsten Falte befindet sich 1‴ von dem Ciliarkörper und 2″, 3‴ vom Linsencapselrande entfernt in der Substanz des Glaskörpers. Die übrigen Falten, nicht ganz parallel mit der ersten verlaufend, sondern ein wenig gegen dieselbe convergirend, nehmen, je mehr nach oben, um so mehr an Länge ab; die letzte, oberste ist nur 1,8‴ lang, und stellt also die kürzeste Seite des Trapez dar (φ). Die vierte Seite des Trapez wird von den Enden der Falten gebildet, und liegt in gleicher Entfernung von der hinteren Fläche der Linsencapsel. Von dieser Seite des Kammes, also von den Enden aller Falten, dieselben mit einander verbindend, geht eine durchsichtige Membran (χ) theils zur hinteren Fläche der Linsencapsel, und heftet sich, etwas verschmälert, 2—3‴ vom untern Rande so an, dass diese Anheftungslinie die Richtung einer Sehne zu der Krümmung des unteren Linsenrandes hat, theils geht diese durchsichtige Membran zur Innenfläche der *zonula*, und heftet sich an diese in der Richtung der Ciliarleisten, bis 2,3‴ von der *ora serrata* entfernt. Was die Structur des Kammes betrifft, so besteht er aus einer sehr dünnen zarten Membran, welche, wenn man sie nach Abtrennung des *ligamentum pectinis* und der Basis, auseinander breitet, 14‴ breit ist, aber so dünn wie die Ciliarleisten, so dass man sie in keiner Weise mit der Iris oder dem Ciliarkörper selbst vergleichen kann. Die in der Richtung der Fasern verlaufenden Gefässe bilden zarte Netze, zwischen denen man nur Zellgewebe, nichts von jenen weisslichen Fasern wahrnimmt, die im Ciliarkörper und in der Iris vorkommen.

Ganz besonders ausgezeichnet ist das Auge der Raubvögel durch die Grösse und die Verbreitung der Ciliarnerven. Ich habe dieselben vorzüglich an *falco palumbarius* und *buteo* untersucht, da ich bei *chrysaëtor* keine bemerkenswerthen Unterschiede fand, so führe ich hier das Hauptsächlichste an:

Der Trochlearnerve (Fig. XIX 3.) geht dicht neben dem Chiasma der Sehnerven hin, dann unter dem Sehnerven selbst weg durch eine eigene Knochenscheide in die *orbita*; hier verläuft er zuerst auf dem *rectus internus*, (13), und wendet sich dann nach oben und innen zum Trochlearmuskel (12). Der *ramus primus quinti paris* theilt sich, weit mehr nach aussen liegend, bereits innerhalb der Knochensubstanz hinter der *orbita* in seine drei Zweige. Der *ramus nasociliaris* (4) läuft nach seinem Eintritte in die *orbita* nach Innen, geht anfangs neben dem *rectus superior* hin, dann zwischen ihm und dem *opticus* weiter nach innen. Auf diesem Wege gibt er drei feinere Ciliarnerven (6) ab. Er endigt, nachdem er zwischen dem *nerv. trochlearis* und dem *musc. rect. intern.* hindurchgegangen, und die Innenwand des *orbita* durchbohrt hat, in der Nase. Die übrigen Zweige können übergangen werden. Der *nervus abducens* (5) liegt nach innen vom *quintus*, zwischen diesem und dem *oculomotorius*, geht unter dem *nasociliaris* weg, durchbohrt die hintere Wand der *orbita*, und begibt sich zum *rectus externus*. Gleich bei seinem Eintritte in die Augenhöhle gibt er zwei feine Nervenfäden zum Muskelapparate der *tunica nictitans*. Der obere (9) geht nach innen, krümmt sich über das *ganglion ciliare* und den *opticus* weg, läuft zwischen diesem nnd dem *rectus superior* nach vorn, und

begibt sich, unter dem unteren Rande (6) des *musculus trapezoides* durchdringend, zu diesem. Der untere (10) dagegen geht sogleich herab und um die Aussenseite des *opticus* herum nach unten zu dem beutel- oder birnförmigen Muskel. Der *nervus oculomotorius* (2) liegt aussen neben dem *opticus* zwischen diesem und dem *abducens*. In der *orbita* gibt er sogleich einen Zweig nach oben zum *rectus superior*. Ein zweiter geht an der Aussenseite des *opticus* hin und schwillt zum *ganglion ciliare* (7) an. Dieses kleine, ovale Ganglion wird vom *nasociliaris quinti* und vom obern Zweige des *abducens* bedeckt, ohne jedoch mit demselben zusammen zu hängen, und gibt drei oder vier Ciliarnerven (8) ab, welche an der Aussenseite des *opticus* verlaufen, und neben ihm in den *bulbus* dringen. Hierauf krümmt sich der *oculomotorius*, zwischen dem *rectus externus* und *opticus* herabsteigend, um den *rectus infer.* unten herum, versorgt diesen, gibt auf dem Boden der *orbita* einen geraden nach vorn laufenden Ast dem *obliquus infer.* ab, und endet in dem *rectus internus*. Die Ciliarnerven (Taf. 2. u. 3. fig. XX. 17), nachdem sie die *sclerotica* durchbohrt, und an der Aussenfläche der *chorioidea* den ersten hinteren Theil des Ciliarligaments (q) erreicht haben, begeben sich unter den zweiten (p), dem *corpus ciliare* fest angehefteten Theil des *ligamentum ciliare*, so dass man, um sie hier deutlich zu sehen, die Fasern des *lig. cil.* entfernen muss. Die Ciliarnerven, sich mit einander verbindend, nehmen jetzt ihren weiteren Verlauf an der inneren, dem Ciliarkörper zugewendeten Fläche des dritten (zur *sclerotica* wieder hinüber gehenden) Theils des *ligamentum ciliare* (o), und gelangen nun zum vierten, der *sclerotica* fest angehefteten Theile dieses Ligaments (n). In diesem liegen die Nerven zwischen zwei Faserschichten, einer äusseren dichteren und einer inneren dünneren, und bilden hier das Hauptgeflecht (18). Um dasselbe darzustellen öffnet man das Auge nach 2—3 tägiger Maceration von hinten her, entfernt den Glaskörper und die Linse, giesst die Höhlung mit Wachs aus, lässt dann das Auge einige Tage in Branntwein liegen, und bricht nun den Knochenring weg. Hierauf durchschneidet man die *sclerotica* da wo sie den *canalis Fontanae posterior* bildet, und präparirt sie mit der grössten Vorsicht von hinten nach vorn von dem ihr fest anhängenden *ligamentum ciliare* ab; dann kann man nicht allein das Nervengeflecht vollständig darstellen, sondern auch die Ausbreitung der Nervenfasern von ihm aus deutlich sehen. Will man sich indess nur von der Lage des Geflechts überzeugen, so kann man lieber von innen her die *chorioidea* nebst dem *corpus ciliare* dergestalt von der *sclerotica* ablösen, dass das *lig. cil.* an dieser zurückbleibt. Man braucht dann nur die innere dünnere Faserschicht aufzuheben, um das Geflecht gewahr zu werden. Nach vorsichtiger Präparation dieses Geflechts sieht man Folgendes: sobald die Ciliarnerven, nachdem sie sich in 6—7 Stämmchen (17) getheilt, in den vorderen Theil des *lig. ciliare* eingetreten sind, entfernen sie sich von einander, besonders nehmen die äussersten (19—20) einen schrägen Verlauf. Je mehr sie sich dem Hornhautrande nähern, um so mehr kleinere Nebenästchen gibt jeder Nerve ab, welche sich netzförmig mit einander verbinden; die äussersten der eintretenden Ciliarnerven aber gehen in einen flachen, etwa 0,3‴ breiten Kreisnerven (21) aus, welcher ringsumher läuft und gerade gegenüber der Eintrittsstelle am dünnsten ist. Dieser Kreisnerve bildet die Mitte eines sehr hübschen zarten Nervengeflechts (18), das sich mit ihm rings umher zieht, und aus kleineren und grösseren Netzen besteht. Der untere oder hintere Rand dieses Nervennetzgürtels ist besonders zart, und von ihm aus verlaufen die feinsten Nervenfäserchen (22) rückwärts zu dem dritten und zweiten Theil des Ciliarligaments, so wie zu dem darunter liegenden hintern Theile des *corpus ciliare*, und treten in dieses ein. Unter diesen rücklaufenden Nervenfäserchen ist ein

Bayerische Staatsbibliothek München

stärkeres bemerkenswerth, welches an der Stelle abgeht, wo sich der Kamm dem Ciliarkörper nähert, und tiefer unterhalb in der Substanz der *chorioidea* dem Blicke entschwindet. Aus dem oberen Rande des Geflechts geht zunächst ein grösserer sehr deutlich sichtbarer Nerve (23) hervor, welcher von dem vorderen Rande des *ligamentum ciliare* da, wo dieses in die Wasserhaut übergeht, sich plötzlich nach innen wendet, und zwischen den Fasern des *ligamentum iridis*, in der Richtung derselben zum Aussenrand der Iris (i) begibt. So wie er hier eingetreten, theilt er sich in zwei divergirende Aeste (24), welche die Pupille rings umgeben, und zwischen den beiden Blättern der Iris ein weitmaschiges Netz (25) bilden. Dieses Netz hängt mittelst 3—4 grösserer (26) und mehrerer sehr feiner Nervenfäserchen (27) mit dem oberen Rande des Ciliarnetzes zusammen. Ausserdem gehen noch mehrere feine Nervenfäden theils sogleich von den eintretenden Ciliarnerven, theils vom oberen Rande des Geflechts (28) nach innen, aber nicht zur Iris, sondern zu dem unter dem *ligamentum ciliare* liegenden *orbiculus ciliaris*, und bilden innerhalb seiner Substanz ebenfalls ein kreisförmiges Nervengeflecht (29), das aber die beiden anderen an Feinheit bei weitem übertrifft und nur mit einer starken Loupe verfolgt werden kann. Um es zu sehen, muss man natürlich das Ciliargeflecht mit dem *ligamentnm ciliare* aufheben. Dieses Geflecht, das wir zum Unterschiede vom Ciliargeflechte wie vom Irisgeflechte um seiner Lage willen Orbiculargeflecht nennen wollen, bildet weite Maschen, hängt mit den beiden anderen Geflechten durch feine Fäden zusammen, und dient zur Versorgung des die Iris unmittelbar umgebenden, also vorderen Theils des *corpus ciliare*, indem die zarten von ihm ausgehenden Nervenfädchen durch den vorderen Fontana'schen Canal hindurch zum *corpus ciliare* gelangen. Will man also das *ligamentum ciliare* vom *corpus ciliare* ablösen, und nimmt hierbei den *orbiculus ciliaris* mit weg, so bleibt die Aussenfläche des *corpus ciliare* völlig glatt und ohne Nerven zurück, nur da, wo das *lig. cil.*, so wie da, wo der *orb. cil.* ihm angeheftet ist, sieht man hier und da ein feines Nervenfäserchen [1]).

Das Auge der Eulenarten zeichnet sich durch seine besondere fast cylindrische Form vor dem der übrigen Vögel aus. Der Ciliarkörper und die mit demselben verbundenen Theile sind wegen der bedeutenden Ausdehnung des knöchernen Ringes ebenfalls sehr breit. An Grösse der Linse übertreffen sie den Strauss wie den Wallfisch. Dieses wie die Grösse und Wölbung der Hornhaut macht sie zum Sehen bei Nacht vorzüglich geschickt. — Es sind bereits 100 Jahre her, als *Petit* die erste genauere Beschreibung des Auges des Uhus der Akademie vorlegte — welch' ein Abstand zwischen seiner Abbildung und der Sömmerring'schen, die nur wenig zu wünschen übrig lässt [2])! Was die folgenden Bemerkungen betrifft, so beziehen sie sich zunächst auf *strix nyctea.* Ich fand hier das *lig. ciliare* von bedeutender Breite, aber ungemein zart und leicht zu zerreissen, der erste und dritte Theil ist durch-

1) Die Beschreibung des Ciliargeflechts findet zich bereits bei *Kieser* (No. 34. S. 60) — auch ganz kurz berührt bei *Treviranus* (No. 129. S. 78) — bei Beiden sind Abbildungen zugegeben. — *Haller* beschreibt die Ciliarleisten bei *falco milvus* (No. 169. S. 236). *Sömmerring* sah das Geflecht der Irisnerven bei *vultur Aucopsis* (No. 163. S. 49). — Die Aehnlichkeit in der Bildung und Anheftung des *corpus ciliare* wie des Kammes habe ich bei *vultur Papa* wahrgenommen. *Treviranus* (S. 26) gibt die Dimensionen des Auges bei *falco lagopus, aeruginosus, nisus* und bei *lanius excubitor* an.

2) Ausser der Sömmerring'schen Abbildung von *strix bubo* siehe die Dimensionen von *Treviranus* an *strix brachyotos* gemessen (No. 128. S. 27).

sichtig, daher denn auch die Faserung nicht so deutlich als im Falckenauge. Die Anheftung ist analog, so auch die Vertheilung der Ciliarnerven in demselben, nur dass das Ciliarnetz und besonders das Orbicularnetz ungleich zarter und feiner ist als im Falkenauge. Da wo der Hauptnerve des Ciliarnetzes sich im *lig. cil.* befindet, ist dieses gelblich, vor dieser Stelle, also 1‴ von dem Hornhautrande entfernt, ist die Anwachsung des *lig. cil.* und der *sclerotica* äusserst fest. Hat man diese Verbindung mit Sorgfalt getrennt, so zeigt sich der unmittelbare Uebergang in die Descemet'sche Haut um so deutlicher, da diese bei der Eule elastisch, brüchig und in Spiritus durchsichtig ist, also sich ganz so verhält, wie bei den meisten Säugethieren. Die Verbindungsstelle beider Membranen ist durch einen schmalen schwärzlichen Saum bezeichnet. Ist es gelungen, nach Entfernung der *sclerotica* mit dem knöchernen Ringe und der *cornea*, die genannten beiden Häute an einer Stelle des Umfanges darzustellen, so mache man einen Einschnitt in dieselben, und ziehe die Iris und den Ciliarkörper ein wenig an, so sieht man von dem schwarzen Saume aus, der Innenfläche des Ciliarligaments dicht anliegend, eine zweite Membran, ebenfalls als Fortsetzung der Wasserhaut sich nach hinten begeben, das ist der *orbiculus ciliaris* (Taf. 2 u. 3, fig. XXI. r). Diese Haut wird, je mehr nach hinten um so zarter und durchsichtiger, ist etwa 4‴ breit und heftet sich dicht vor der Anheftung des zweiten Theils des *lig. cil.* an die Aussenfläche des *corp. cil.* Der *canalis Fontanae medius* ist daher ebenso schmal und von ebenso wenig Bedeutung als der *canalis Fontanae externus.* Dagegen ist der *canalis Fontanae anterior* vorzüglich ausgebildet. Um seine Form zu verstehen, müssen wir von der Iris ausgehen. An dieser ist nämlich ein innerer, der Pupille zunächst liegender, gelb gefärbter gleichförmig gebildeter Theil (f), und ein äusserer zu unterscheiden, der dunkler, aber streifig erscheint (f'), und bis zum äusseren Umfange der Iris, d. h. bis zum Vorderrande des *corpus ciliare* reicht. Dieser äussere Theil wird nur aus einzelnen, etwa 1‴ langen, 0,1‴ dicken und 0,5‴ bis 0,6‴ von einander abstehenden Fasern gebildet, welche indessen nicht mit dem *lig. iridis* zu verwechseln sind. Diese Fasern (Gefässe) entspringen aus einem Netze feiner Fasern am Umfange des gelbgefärbten Theils der Iris, welche in einzelnen Spitzen auslaufen — aussen dagegen gehen diese Fasern unmittelbar in den Vorderrand des *corpus ciliare* über. *Rudolph Wagner* (*Ammon's* Ztschr. III. 3. S. 287) hält sie für Gefässe, *Ammon* (daselbst) für zellige Fasern, an denen Gefässe hinlaufen. Diese Fasern, so wie der gelbe Theil der Iris bilden indess nur die vordere Platte dieser Membran. Die hintere stellt dagegen ein gleichförmiges Gefässgewebe dar, kann von der vorderen abgelöst werden, und geht vom Pupillarrande bis ebenfalls zum Vorderrande des Ciliarkörpers. Jene Fasern bilden also nicht die einzige Verbindung zwischen Iris und *corpus ciliare*, noch auch kann man zwischen denselben hindurch aus der vorderen Augenkammer in die hintere gelangen, wohl aber kann man sie für sich aufheben. Von dem Aussenrande der Iris, d. h. also von der Stelle, wo die Enden der Fasern mit der hinteren Platte der Iris zusammentreffen, geht das *ligamentum iridis* (i) hinüber zu dem dunkel gefärbten Saume (der die Verbindung zwischen *tunica humoris aquei* und *orbiculus* nebst *ligamentum ciliare* bezeichnet). Die Fasern desselben sind sehr dünn, durchsichtig, zart, dicht neben einander liegend, die vordersten etwa 1,2‴ lang. Wenn irgendwo, so ist gerade hier am Eulenauge die Structur dieses Ligaments auffallend und belehrend. Hier zeigt sich wegen der beschriebenen Bildung des Aussentheils der Iris die völlige Unmöglichkeit, dieses Band für die zur Iris hinübergehende *tunica Descemeti* anzusehen. Hier springt aber auch der Nutzen desselben am deutlichsten ins Auge, aber welcher Abstand zwischen dieser Bil-

dung und der im Pferdeauge! — Wenn man sämmtliche Augenhäute der Länge nach durchschnitten und mit Vorsicht mittelst Fliesspapiers Iris, Ciliarkörper, *orbiculus*, *ligamentum ciliare* getrocknet hat, so ziehe man das *corpus ciliare* ein wenig vom *orbiculus* ab, da gewahrt man den sehr grossen vorderen Fontana'schen Canal (γ), der im Durchschnitte ein 4‴ hohes, an der Basis (d. h. an den vorderen Fasern des *lig. ciliare*) 1,2‴ breites Dreieck darstellt. Und diese ganze Höhlung ist von feinen Fasern durchzogen und communicirt frei mit der vorderen Augenkammer. Die vordersten Fasern (i) laufen vom Saume der Wasserhaut zum Rande der Iris, die folgenden laufen schräg von jenem Saume bis zur Aussenfläche des *corpus ciliare* etwas hinter dem Irisrande, die hinter diesem liegenden Fasern haben eine gleiche schiefe Richtung vom *orbiculus* zum *corpus ciliare*, und so ist der ganze Raum bis zum hinteren scharfen Winkel mit immer kürzeren Fasern angefüllt, welche alle jene Richtung vom *orbiculus* zum *corpus ciliare* nehmen. — Das auf diese Weise sehr locker angeheftete *corpus ciliare* ist an der Schläfenseite etwa 8,3‴, an der Schnabelseite 7‴ breit, der hintere Theil ist dünn, der vordere, in der Breite von 2,3‴ dicker, etwa 0,15‴ — der Uebergang in die Iris ist bereits beschrieben. Die Innenfläche enthält auch hier nur sehr schmale, etwa 0,25‴ breite Ciliarleisten, welche vorn in der Breite von 2‴ an den Umfang der Linsencapsel auf das allerfesteste angeheftet sind. Ihr Vorderende ist zugeschärft, jedoch so, dass der der Vorderfläche der Linsencapsel aufgeheftete Rand die Spitze bildet, und über den die *uvea* erreichenden hinüberragt. Die Linse mit dem auf ihrer Capsel zurückgebliebenen Pigment ist in der 22. Figur dargestellt auf der 4. Tafel. Die Beschreibung des Auges der Raben übergehe ich, da weder die durchsichtigen Fasern des *lig. irid.*, noch die schwärzlichen des *lig. cil.* etwas Besonderes darbieten.

Das Papageienauge ist interessanter. Es zeichnet sich (siehe *Sömmerring's* Abbildung) durch die wenig geneigte Lage des Ciliarkörpers wie durch die Grösse des Kammes aus. Die Iris ist in ihrer Bildung und Anheftung ähnlich der der Eule, zeichnet sich aber durch die Grösse des deutlich sichtbaren Nervenkranzes aus, der 0,3‴ breit den gelben Theil der Iris umgibt. Um diesen weissen Kranz zieht sich der äussere rothe Saum der Iris, welcher mit dem Vorderrande des *corpus cil.* in unmittelbarer Berührung steht, und an dessen Innenfläche die Anheftung der *proc. cil.* an den Umfang der Linsencapsel Statt findet. Beobachtet man den Papagei beim Nahsehen, so bemerkt man, dass sich hierbei dieser äussere rothe Ring, unabhängig von der Verengerung der Pupille, zusammenzieht, d. h. von dem äusseren Rande entfernt und der Mitte nähert. Ueberhaupt sind die Ciliarnerven, so wie das *ganglion ophthalmicum* hier sehr gross und deutlich (siehe *Muck*, No. 168. S. 44). Die Dimensionen gibt *Treviranus* an.

Unter den Hühnerarten fand ich nach Untersuchung unseres Haushahns und eines grossen Chinesischen Hahns, die Ausbildung der einzelnen Theile vorzüglich deutlich beim Auerhahne. Der äussere Durchmesser des Auges von vorn nach hinten beträgt 8,9‴, der innere 8,3‴, der äussere Querdurchmesser 11,3, der innere 10,9‴. Breite der Hornhaut 5‴, Radius ihrer Krümmung 2,8‴, Dicke 0,25, Entfernung von der Linse 2‴, Achse der Linse 3‴, Querdurchmesser 4,4‴, Radius der vorderen Krümmung 2,92‴, Radius der hinteren Krümmung 2,22‴, Entfernung der *ora serrata* vom Innenrande der *cornea* an der äusseren Seite des Augapfels 3,5‴, an der inneren Seite 2,4‴. Die Bildung der *sclerotica*, so wie die Einfügung des knöchernen Ringes wie bei den übrigen Vögeln. Nach Entfernung dieser Theile und vorsichtiger Ablösung von den darunter liegenden bis zum Hornhaut-

rande, kommt nun das Ciliarligament zu Gesicht, welches hier sehr deutlich aus zarten Fasern zusammengesetzt ist. Besonders bemerkbar sind die Fasern am zweiten und dritten Theile des *lig. cil.*, am vierten Theile (ich meine den der *sclerotica* fest angehefteten von *Crampton* als Muskel beschriebenen) sieht man die Fasern gelblich, zart und der *sclerotica* fest angeheftet. — Sobald man sie von aussen her vorsichtig abreisst, wenn sie nicht etwa schon an der *sclerotica* hängen blieben, so kommt unter denselben das Ciliarnervengeflecht zu Gesichte, und unter diesem Geflechte (d. h. an der inneren Fläche des Geflechts) sieht man wieder zarte bläulich weissliche Fasern, so dass also das Ciliargeflecht von zwei Faserlagen umgeben wird. Den *orbiculus ciliaris*, dessen Lage und Anheftung ebenso ist wie bei anderen Vögeln, gewahrte ich nach Aufhebung des *ligamentum ciliare*, als eine zarte durchsichtige Membran von körnigem Gewebe, in deren vorderem Theile das Orbiculargeflecht sich ausbreitet. Die Wasserhaut, welche hier ungleich zäher als im Eulenauge ist, zog ich vollständig im Zusammenhange von der Innenfläche der *cornea* ab, und mit ihr nun auch das *lig. cil.* und den *orb. cil.*, so dass wegen des Uebergangs dieser Membranen in die Wasserhaut kein Zweifel Statt finden konnte. Der Saum, in welchem diese Membranen zusammentreffen, erscheint von innen her weisslich, an der Aussenfläche etwas dunkel gefärbt. Die Verbindungsstelle der *sclerotica* und *cornea* blieb dabei vollkommen glatt, aber auch etwas dunkel gefärbt zurück. Der *orbiculus ciliaris*, welcher etwa nur 0,6‴ breit ist, heftet sich gerade da an das *corpus ciliare* an, wo an seiner Innenfläche die Anheftung der Ciliarleisten an die Linsencapsel Statt findet. Die Fasern des *lig. iridis*, welches sich etwa bis auf 0,9‴ ausdehnen lässt, sind dagegen vor dem Abgange der *proc. cil.* an der Rückseite angeheftet. Der Zwischenraum zwischen der Anheftung des *lig. iridis* und des *orb. cil.* beträgt 0,6‴, so dass also von den drei Seiten des *canalis Fontanae anterior* die vordere am breitesten ist. Dadurch dass der *orbic. cil.* so schmal ist, wird der *canalis Fontanae medius* etwa 2‴ breit, der *canalis Fontanae posterior* nur 1,5‴. Das *corpus ciliare* gibt zu keinen besonderen Bemerkungen Anlass. Die Ciliarleisten sind etwa 0,2‴ brelt, entstehen, verlaufen wie im Adlerauge, heften sich in der Breite von 0,4‴ an den Umfang der Linselcapsel — ihr vorderes Ende, von der *uvea* bis zu ihren äussersten Spitzen gemessen, hält etwa 0,5‴.

Das Auge des Truthahns gab mir zu keinen besonderen Bemerkungen Veranlassung, denn die Lage und Anheftung der Häute ist ganz ähnlich wie beim Auerhahne; so ist auch die Vertheilung der Ciliarnerven, das Ciliargeflecht, das Orbicular-, das Iris-Geflecht, und der Zusammenhang dieser Geflechte nachweisbar. Offenbar hat *Eble* (No. 159. S. 185) letztern übersehen

Nach der Beschreibung, welche *Sömmerring* (S. 53) von dem Straussenauge gibt, zeichnet sich der Ciliarkörper wie das *pecten* durch die besondere Derbheit aus. Die Verbindung zwischen letzterem und der Linsencapsel ist hier mittelst einer sehr festen Membran bewerkstelligt. Wegen der Dicke des *corp. cil.* konnte S. keinen Fontana'schen Canal entdecken. Aehnlich schien mir nach Betrachtung der Präparate im Berliner und Pariser Cabinette das Auge des Casuar.

Indem ich die vor einem Jahre angestellte Untersuchung des Auges eines Storchs zur Beprüfung und Mittheilung vor mich hinlege, finde ich eine so genaue Uebereinstimmung in der Anheftung und Lage der Häute mit dem Adlerauge, dass ich es für unnöthig halte, mehr als die blosse Durchschnittszeichung (*Taf.* 4. *fig. XXIII*) hier vorzulegen; ich füge nur die Bemerkung hinzu, dass alle Theile sich hier ganz besonders deutlich zeigen. De Anheftung des *pecten* konnte ich hier mit grösserer Genau-

keit, als bei irgend einem anderen Vogel untersuchen, und gebe daher die Beschreibung derselben ohne weitere Vergleichung. Wie bei anderen Vögeln besteht nämlich auch beim Storch die *sclerotica* aus zwei Platten. Die innere, hornige, bildet an der Basis des *pecten* einen 5‴ langen und 0,75‴ breiten Spalt, der da, wo der Sehnerve eintritt, eine zugerundete Erweiterung zeigt, jedoch auch an seinem anderen Ende abgerundet ist. Die äussere faserige Platte der *sclerotica* legt sich nun an den Rand dieses Spalts der Hornplatte theils fester an, theils dringt sie durch den Spalt hindurch, und bildet ringsum einen in die Höhlung des Augapfels vorragenden festen weissen Saum. An den äusseren Umfang dieses Saumes heftet sich die *chorioidea*; der Sehnerve dringt durch eine Menge kleiner Oeffnungen in dem Saume selbst hindurch, und geht in die Netzhaut über; der Kamm dagegen ist an den inneren Umfang des weissen Saumes befestigt. Es hängen nämlich die Falten an ihrer Basis mittelst eines etwa 0,2‴ breiten festen einfachen Streifens unter einander zusammen, und dieser Streifen ist nun mittelst einer ringsumhergehenden durchsichtigen Membran an den inneren Rand des weissen Saumes der festen Augenhaut angeheftet, so dass man unter der Basis des *pecten* hindurchsehen kann. Schneidet man diese Membran durch, so bleiben die Falten des *pecten* mittelst der festen Basis mit einander in Verbindung; erst wenn man die Basis von den Falten abtrennt, lassen sich diese aus einander legen. Ein dem an der Basis ähnlicher Streifen heftet aber auch das obere oder vordere Ende der Falten des Kammes an einander, und von ihm aus geht eine durchsichtige Membran zur hinteren Fläche der Linsencapsel jener analog, welche die Basis an den weissen Saum beim Eintritte des Sehnerven anheftet.

In Betreff der Dimensionen der Augen von *ardea ciconia, cinerea, nycticorax, stellaris* verweise ich ebenfalls auf Treviranus. Ich fand weder beim Reiher noch beim Kranich ausser der festeren Structur der Häute etwas besonders Bemerkenswerthe. *Haller's* Beschreibung (No. 169. S. 237), wenn man sie mit der Natur vergleicht, ist zwar richtig, aber undeutlich.

Anas cygnus. Den Durchschnitt stellt Sömmerring dar, die Dimensionen giebt Treviranus an; ich füge nur noch eine Abbildung (fig. *XXIV. Taf.* 4) hinzu, welche Herr Froebelius auszufertigen die Güte hatte, und welche durch Vergleichung der Ziffern mit den entsprechenden der übrigen Abbildungen leicht verständlich wird. Die Membranen, die Anheftung der Linse, der Kamm, die Nervengeflechte verhielten sich ganz ähnlich wie bei den übrigen Vögeln. Der Ciliarnervenkreis läuft dicht hinter dem Hornhautrande innerhalb des *lig. cil.* bei *n* hin. Auf die feste Structur des *Corpus ciliare*, der *processus ciliares*, und auf das netzförmige Ansehen der Zwischenräume zwischen den einzelnen Ciliarleisten bei *anas olor* macht Haller (S. 242) aufmerksam.

Das Auge der Gans ist durchaus ähnlich gebildet. Das *corp. cil.* ebenfalls sehr fest. Ich zählte 11 Ciliarnerven, welche in die drei eben beschriebenen Geflechte eindrangen. Die Dimensionen siehe bei Treviranus.

So ist auch im Auge des Pelecans der Ciliarkörper stark ausgebildet, die Verbindung des Kammes mit der Linselcapsel deutlich, wie ich an Präparaten des Berliner und Pariser Cabinetts wahrnahm. Bei *pelecanus carbo* fand ich dagegen das *pecten* etwas kürzer, die *proc. cil.* mehr ausgebildet.

Betrachten wir endlich die Durchschnittszeichnungen der Amphibienaugen bei Sömmerring, so erscheint auch hier in dem Ciliarkörper eine dem Auge höherer Thiere analoge Bildung. Es zeigt sich also dieses Organ ganz constant überall da, wo wir ein Nah- und Fernsehen als wahrscheinlich voraussetzen müssen.

Wie mannichfaltig nach der vorliegenden Darstellung der Ciliarkörper bei dem Menschen, bei den verschiedenen Säugethieren und Vögeln sich in seiner Form, Grösse und Anheftungsweise auch immer gezeigt hat, dennoch ist in Betreff dieses Organs eine grössere Uebereinstimmung nachweisbar, als die vergleichende Anatomie an anderen Körpertheilen zu lehren vermag. Bei Allen ist der Ciliarkörper eine unmittelbare Fortzetzung der Aderhaut, und geht bei Allen ebenso unmittelbar in die Iris über. Sein äusserer Theil ist gestreift, doch ebenso häutig wie die *chorioidea* selbst; sein innerer Theil zeichnet sich durch eine bedeutende Verdickung aus, welche der Iris gleichkommt, ja sie öfters übertrifft. Die Lage dieses inneren Theils ist verschieden, wie seine Breite. Denn entweder legt er sich mehr der Wölbung des Augapfels an, und bildet mit dem Rande der Iris fast einen rechten oder nur wenig stumpfen Winkel; oder er geht in den Rand der Iris über, liegt in der Richtung ihrer Vorderfläche, bildet einen stumpferen Winkel mit der Iris. Letzteres ist namentlich beim Ochsen der Fall. Die Aussenfläche des Ciliarkörpers liegt der Innenfläche der *sclerotica*, die hier in die *cornea* übergeht, nicht unmittelbar an, sondern es liegen zwei Lamellen zwischen beiden, welche als Fortsetzung der einfachen Demour'schen Haut anzusehen sind. Diese, die Wasserhaut, theilt sich an der Stelle, wo *sclerotica* und *cornea* zusammentreffen, in zwei Lamellen: die innere geht als *orbiculus ciliaris* (bei den Vögeln sehr zart und häutig, bei den Säugethieren dicker, beim Menschen am dicksten) zum *corpus ciliare* hinüber, heftet sich ihm fest an, und setzt sich als seröser Ueberzug der *chorioidea* nach hinten fort. Die äussere Lamelle bildet zuerst die verschiedenen Theile des *ligamentum ciliare*. Der vorderste oder vierte, der *sclerotica* fest angeheftete Theil enthält bei den Vögeln den *plexus ciliaris*, ist beim Pferde sehr deutlich, bei den übrigen Säugethieren nur ein dünner Ueberzug. Er geht in den dritten Theil über, welcher sich zum *corp. cil.* begibt. Hier verwächst der folgende zweite Theil mit der Fortsetzung des *orbiculus ciliaris*, geht jetzt wieder hinüber zur Innenfläche der *sclerotica*, und setzt sich als *lamina fusca* derselben fort. Vorn, an der Stelle, wo die Wasserhaut in die beiden Lamellen sich theilt, geht eine aus einzelnen Fasern bestehende Verbindung zu der Stelle hinüber, wo der Uebergang des Ciliarkörpers in die Iris Statt findet. Hierdurch und durch die Lage des *orbiculus ciliaris* entstehen drei Canäle an der Aussenfläche des Ciliarkörpers. Der hinterste Fontana'sche Canal ist bei Säugethieren gar nicht, und auch bei Vögeln nicht sehr bedeutend entwickelt. Der mittlere Fontana'sche Canal ist bei Säugethieren wie bei Vögeln sehr flach, aber breiter als der hintere. Beide entsprechen mehr dem hinteren Theile des Ciliarkörpers; dagegen der vordere Fontana'sche Canal, bei Säugethieren ebenso ausgebildet wie bei Vögeln, dem vorderen Theile des Ciliarkörpers entspricht. —

An der Innenfläche heftet sich der hintere Theil des Ciliarkörpers fest an die *zonula*, und hängt mittelst dieser mit dem Glaskörper zusammen. Der vordere Theil dagegen zeigt sich darin bei beiden Thierclassen sehr verschieden, dass er sich bei den Säugethieren an die Falten der *zonula* anheftet, deren Höhlungen mit dem Petit'schen Canale zusammenhängen, bei den Vögeln dagegen mit dem Umfange der Linsencapsel verwächst.

Siebzehntes Capitel.

Bewegung der Krystalllinse mittelst des Ciliarkörpers.

Aus der Betrachtung der Lage des Ciliarkörpers ergab sich die Möglichkeit einer Zusammenziehung dieses Organs; die Untersuchung seiner inneren Structur macht eine solche Thätigkeit auch wahrscheinlich. Denn, vergleichen wir diese mit der der Iris, deren Contractilität keinem Zweifel unterliegt, so finden wir eine Aehnlichkeit, welcher keine andere Augenhaut gleich kommt. Der vordere Theil des Ciliarkörpers (die Anheftung wie die Structur des hinteren Theils lässt keine Bewegung zu) ist von gleicher Dicke wie die Iris, ja übertrifft sie öfters hierin, während alle übrigen Theile der Aderhaut sehr dünn sind. Das streifige Ansehen, welches die beiden Flächen der Iris, vorzüglich die hintere, zeigen, gewahren wir gleichfalls an den beiden Flächen des *corpus ciliare*, sobald die umgebenden Häute nebst den Pigmente entfernt sind; die netzförmig verschlungenen Fasern am inneren, die Pupille zunächst umgebenden Theile der Iris sehen wir in den Netzen zwischen den Ciliarleisten an der inneren Fläche des Ciliarkörpers auf gleiche Weise ausgebildet. Beim Durchschneiden oder Zerreissen des einen, wie des anderen Organs sehen wir ein weisses, festes faserichtes Zellgewebe im Innern — besonders beim Luchs, bei der Katze, beim Hunde, Ochsen, Pferde, aber auch beim Menschen. Die Vertheilung der Gefässe und ihre Ausbreitung in sehr dichten Netzen findet bei beiden Organen ebenso gleichartig Statt, wie die Versorgung durch Nervenfasern, was ausser dem Vogelauge vorzüglich durch die Untersuchung des Hundeauges erwiesen wird. Ob wirkliche Muskelfasern im Ciliarkörper sich befinden, lasse ich für jetzt noch dahingestellt. Die Beobachtung der Gewebe beider Organe unter einem Schinck'schen Mikroscope zeigte eine vollkommen Gleichheit — in beiden sah ich nebeneinander hingehende Faserbündel; die einzelnen Fasern aber erschienen gleichartig, zeigten nicht jene Querstreifen, wodurch sich die Muskelfasern sogleich charakterisiren. Die chemische Untersuchung, welche mein verehrter College, der Hr. Collegienrath Göbel, anzustellen die Güte hatte, zeigte auch nur ein vollkommen gleiches Vorhalten beider Gebilde. Es bliebe daher nichts übrig, um die Sache zur Evidenz zu bringen, als wiederholte Versuche mit Galvanischen und anderen Reizmitteln an den Augen verschiedener Thiere sogleich nach deren Tödtung. Da sich die Reizbarkeit und Wärme dieser Gebilde nicht lange erhält, so sind auch diese Versuche vielen Schwierigkeiten unterworfen. An einer Katze z. B. gelang mir es bei aller Vorsicht durchaus nicht, eine Zusammenziehung weder in der Iris noch im Ciliarkörper hervorzurufen. An dem einen Auge eines Hundes habe ich etwas mehr beobachten können. Ich schälte dasselbe sogleich nach der Tödtung mit dem Ciliarganglion aus der Augenhöhle, entfernte die Hornhaut durch einen Kreisschnitt, und kneipte nun das Ganglion. Da zog sich die Pupille sehr rasch und stark zusammen, der Umfang der Iris entfernte sich von der *sclerotica*, so dass das *lig. iridis* sichtbar wurde, und erschien zugleich etwas vertieft, die Linse trat dabei ein wenig vor. — Mehr aber konnte ich weder bei diesem noch bei dem anderen Auge wahrnehmen, behalte es mir indess vor, durch Wiederholung der Beobachtungen den directen Beweis für die Wirksamkeit des in Rede stehenden Organs zu führen. Die Beobachtungen am lebenden Auge des Menschen wie der Säugethiere können über die Zusammenziehung des Ciliarkörpers keinen Aufschluss geben, denn man sieht nicht

einmal den äusseren Umfang der Iris. Dessen ungeachtet will ich wenigstens angeben, was ich gesehen habe. Ich betrachtete die Iris meines eigenen Auges durch eine auf eine Spiegelscherbe gelegte Linse, und fixirte zunächst den äusseren Theil dieser beweglichen Membran, da konnte ich ganz deutlich die einzelnen strahlenförmig verlaufenden Fasern wahrnehmen, die, wenn bei Beschattung des Auges die Pupille erweitert ward, sich kräuselten, bei Verstärkung des Lichts und Verengung der Pupille sich wieder streckten. Hier und da gewahrte ich zwischen diesen Fasern einzelne längliche Zwischenräume. Diese veränderten bei der Erweiterung und Verengung der Pupille zwar ihre Form, aber nicht ihren Ort. Jetzt richtete ich das Auge abwechselnd zum Nah- und zum Fernsehen ein, wobei auch eine, obwohl geringere Veränderung in der Pupillenweite vorging — und bemerkte hierbei, dass jene am Umfange der Iris befindlichen länglichen Zwischenräume beim Nahsehen um ein Merkbares nach innen vorrückten, beim Fernsehen sich wiederum mehr dem Rande näherten. Es erfordert indessen auch für den, der sich geübt hat, freiwillig fern und nah zu sehen, einiger Uebung, dabei ununterbrochen die Beobachtung fortzusetzen, indem man beim Anpassen des Auges für die Ferne den Apparat natürlich etwas entfernen, beim Anpassen für die Nähe etwas annähern muss. Ich wiederholte diese Beobachtung mit der Loupe an dem Auge einer meiner Freunde, den ich bald nah, bald fern sehen hiess, und fand auch hier, dass eine am Umfange der Iris bemerkte Stelle beim Nahsehen mehr nach innen rückte, beim Fernsehen wieder dem Rande der Iris näher kam.

Bei so ungewissen Resultaten der Beobachtungen bleibt nun in der That nichts anderes übrig, als die wirklich beobachtete Thatsache der vorrückenden Linse mit der Lage des wirksamen Organs zu vergleichen, und daraus einen Schluss auf die Art seiner Wirksamkeit zu ziehen. Da das Vogelauge ausser dem Kamme noch in der Anheftungsweise des *corpus ciliare* an die Linsencapsel eine so auffallende Verschiedenheit von dem Auge der Säugethiere zeigt, so ist es ohne Zweifel nothwendig, die Art der Bewegung in der einen Classe getrennt von der in der anderen zu betrachten.

Was nun zuerst die Bewegung der Linse bei den Säugethieren und beim Menschen anlangt, so können wir in Bezug auf Letzteren von dem 37sten Versuch ausgehen. Es ergab sich aus demselben, dass das Vorrücken der mittelst der Krystalllinse hervorgedrängten Iris bei Betrachtung eines 5″ vom Auge entfernten Gegenstandes 0,5‴ betrug. Rechnen wir die Entfernung der *uvea* von der vorderen Linsenfläche, 0,25‴, hinzu, so erhalten wir 0,75‴ als *maximum* der Ortsveränderung. Aus der im Anhange mitgetheilten Berechnung des Hrn. Prof. Senff jun. ergibt sich, dass ein so geringes Vorrücken der Linse nicht hinreicht, um ein nahes Object deutlich auf der Netzhaut abzubilden, da selbst, wenn die Linse bis zur hinteren Fläche der Hornhaut vorgeschoben wird, nur ein etwa 18 Zoll entferntes Object deutlich gesehen werden kann, es muss sich also mit dem Vorrücken der Krystalllinse auch die Wölbung derselben vermehren, eine Wölbung, die durch eine Compression von den Seiten her bewirkt wird. Sobald diese den Querdurchmesser um $\frac{1}{8}$ verkürzt, so reicht sie allein schon hin. Auf Beides, sowohl auf das Vorrücken als auf die Compression kann nun in der That der Ciliarkörper, wenn er sich zusammenzieht, hinwirken. Betrachten wir nämlich den Glaskörper nebst dem Petit'schen Canale und den mit diesem zusammenhängenden Höhlungen der dreieckigen Falten der *zonula* als ein Ganzes, wie es die fig. VIII Taf. I. durch eine Durchschnittszeichnung versinnlicht, so bilden die Letzteren um die Linse einen Wall. Der höchste Rand dieses Walles, der Punct *t*, d. h. also die oberen Ecken der dreieckigen Falten, liegt unmittelbar dem äusseren Umfange der *uvea*, oder vielmehr dem vorderen

Theile der Innenfläche des Ciliarkörpers an. Ziehen sich die von hinten nach vorn gerichteten Fasern des Ciliarkörpers zusammen, so wird der die Höhe des Walles deckende Ring, wenn er sich gleichzeitig selbst auch nur wenig verengt, mehr nach hinten gezogen. Die Linie *m t x*, welche im fernsehenden Auge, Taf. 2. fig. XII, bei *t* einen stumpfen Winkel nach vorn macht, wird durch das Zurückweichen des Punctes *t* dergestalt in ihrer Lage verändert, dass beim Nahsehen der Winkel, den *i* (das Kammband der Iris) mit *t x*, (dem vorderen Rande der Zonulafalte) bildet, nicht allein ausgeglichen wird, sondern sogar nach hinten vortritt. Diese Ortsveränderung des Punctes *t* kann in der That nur in der angegebenen Weise Statt finden, und den Wall herabdrücken, dafür bürgt die feste Anheftung des Ciliarkörpers hinten bei *q* und *o*, und die lockere Anheftung vorn. Es entfernt sich also die Aussenfläche des Ciliarkörpers von dem *orbiculus ciliaris*, so dass der vordere Fontana'sche Canal *y* sich öffnet, und die wässrige Feuchtigkeit zwischen den Fasern des kammförmigen Bandes in denselben eindringen kann. — Durch das Herabdrücken des oberen Winkels der Falten der *zonula* wird nothwendig die in denselben enthaltene Flüssigkeit aus ihnen heraus und in den gemeinsamen *canalis Petitii* hineingedrängt. Der Boden dieses Canals v weicht dadurch zurück (Taf. 3. fig. XIII), und der sonst flache Raum des Petit'schen Canals erhält nun das durch die 13te Figur (*w*) versinnlichte Ansehen; der Glaskörper, welcher im Umfange der Linse eine schiefe Ebene bildete, stellt jetzt eine concave Fläche dar. Bei einem solchen Drucke muss nothwendig der vordere mittlere Theil des Glaskörpers nach vorn gedrückt werden, und also auch die ihm anliegende Linse vorschieben. Der Theil des *humor aqueus*, der durch die Lagenveränderung der Linse aus seiner Stelle gedrängt wird, findet aber, wie gleich anfangs erwähnt, in dem vorderen Fontana'schen Canale Platz. — Um die angegebene Mitwirkung des Petit'schen Canals plausibel zu machen, öffne man das frische Auge eines Hundes oder einer Katze von vorn, indem man die Hornhaut ganz und die Iris zum Theil wegschneidet. Jetzt mache man zwischen zwei Ciliarleisten in dem vorderen Rande einer Zonulafalte einen Einstich, bringe hier einen dünnen Tubulus an, und blase in den Canal, sogleich dringt die Luft unter alle Falten, und ist als eine kreisförmige Blase im Umfange der Krystalllinse sichtbar. Die übrigen Zwischenräume zwischen den einzelnen Ciliarleisten bleiben dabei durchaus in gleicher Spannung, werden nicht im geringsten durch die von Innen her drückende Luft in die hintere Augenkammer gedrängt, so dass also die Linie *t x* als der Durchschnitt einer stets gespannten, die Linse ringförmig umgebenden Platte anzusehen ist. Dagegen bewirkt nun jenes Lufteinblasen ein bedeutendes Hervortreten der Linse aus ihrer Grube, und, beim Nachlassen dieses Lufteinblasens, ein Zurückweichen. Bei einer anderen Katze spritzte ich mit Vorsicht gefärbten Leim auf eben dem Wege, den ich zum Lufteinblasen gewählt hatte, in den Canal, und fand bei Betrachtung des Durchschnitts den in den Glaskörper hineingedrängten Wulst verhältnissmässig noch ungleich beträchtlicher, als es die 13te Figur angibt. Jetzt aber tritt die Wirksamkeit der Ciliarleisten selbst ein. Es ist nämlich ihr unterer Rand von der fest angehefteten Stelle des Ciliarkörpers bei *p* bis zum Linsencapselrande bei *x* hinüber gespannt. Dieser, von den Falten der *zonula* umgebene, in den Petit'schen Canal hineinschauende Rand ist beim fernsehenden Auge bogenförmig gespannt. Durch das Vorrücken der Linse wird dieser gekrümmte Rand gestreckt. So aber verhindert er, indem er nicht mehr ausgedehnt werden kann, das weitere Vorrücken der Linse. Ein fortgesetzter Druck des ausgedehnten Petit'schen Canals auf den Glaskörper kann unter diesen Umständen keinen anderen Erfolg haben, als eine Compression der Linse an ihrem Umfange bei *x* und ein

Vordrängen des mittleren Theils derselben, woraus nothwendig eine grössere Wölbung dieses Gebildes herrorgehen muss.

Diese Ansicht von der Art, wie das Vorrücken der Linse und ihre seitliche Compression zu Stande gebracht wird, findet in der Betrachtung der Form und Lage der wirksamen Organe bei den verschiedenen Thieren ihre Bestätigung. Um nämlich eine Vorstellung von dem Maasse der Wirkung zu erhalten, mit welcher der sich zusammenziehende Ciliarkörper den Punct t herabdrückt, ist es am zweckmässigsten, die Basis des von den Falten der *zonula* gebildeten Walles $p\ x$, fig. 12, mit seiner Höhe $t\ \psi$ zu vergleichen. Ist die Basis schmal, die Höhe bedeutend, so muss die Wirkung des Herabdrückens ungleich bedeutender sein, als bei einer breiten Basis und geringen Höhe. Hierbei richte ich mich für jetzt nach den Sömmerring'schen Durchschnittszeichnungen, indem ich wohl erkenne, dass die hieraus gewonnenen Verhältnisse nur als annähernd angesehen werden können. Es würde für 14 Thiere und den Menschen folgende Reihenfolge angenommen werden können:

Es verhält sich die Basis der Falten der *zonula* zur Höhe der Falten

d. h.		$p\ x$	: $t\ \psi$		
bei *ursus lotor*	wie	0,7‴	: 0,5‴	oder wie	100 : 71
felis lynx		2,2	: 1,2	=	100 : 55
hystrix cristata		1	: 0,55	=	100 : 55
marmota alpina		0,8	: 0,4	=	100 : 50
canis lupus		1,9	: 0,9	=	100 : 47
phoca groenlandica		3,3	: 1,3	=	100 : 40
homo		1,8	: 0,7	=	100 : 39
castor fiber		1,2	: 0,45	=	100 : 37
equus caballus		(2,6)	: (1,05)	=	(100 : 38)
nach eigener Messung		2,8	: 0,9	=	100 : 32
simia inuus		1,5	: 0,6	=	100 : 30
elephas asiaticus		3	: 0,7	=	100 : 23
didelphis gigantea		1,7	: 0,4	=	100 : 23
bos taurus		3,1	: 0,7	=	100 : 22
balaena mysticetus		3,9	: 0,8	=	100 : 20
antilope rupicapra		2,7	: 0,55	=	100 : 20

Diese Reihenfolge würde einigermaassen mit der vorauszusetzenden Energie des Anpassungvermögens der genannten Säugethiere übereinstimmen.

Bei den Vögeln wird das Vorrücken der Linse durch die Anheftung des Kammes an die hintere Fläche der Linsencapsel durchaus gehindert, denn die durchsichtige, vom vorderen Rande des Kammes bis zur Linselcapsel gehende Membran ist, wenn man das Auge mit Vorsicht öffnet, stets gespannt. Ebenso fehlt im Vogelauge auch der die Linsencapsel rings umgebende Wall hohler Falten, nämlich der *canalis Petitii* der Säugethiere. Statt dessen ist aber der vordere Theil des Ciliarkörpers in einer grösseren oder geringeren Breite gleich einem Gürtel der Linsencapsel mittelst schmaler Ciliarleisten unmittelbar angeheftet. Die Aussenfläche dieses Vordertheils des Ciliarkörpers hat mittelst des vorderen Fontana'schen Canals einen freieren Spielraum als bei den Säugethieren. Denn, indem er sich von der

Innenfläche der *sclerotica*, oder richtiger von dem *orbiculis ciliaris* und der Innenfläche des vorderen Theils des *lig. cil.* entfernt, öffnet sich die Höhlung des vorderen Fontana'schen Canals, die Fasern des *ligamentum iridis* dehnen sich aus, und die wässrige Feuchtigkeit kann nun noch ungleich freier und leichter als im Auge der Säugethiere in den Fontana'schen Canal eindringen. Die Anheftung des hinteren Theils des Ciliarkörpers an die *sclerotica* mittelst des *lig. cil.* sichert die Lage des ganzen Apparats. Es kann somit durch jene Zusammenschnürung der Linse nichts Anderes als eine Verlängerung ihrer Längenachse, und eine stärkere Wölbung ihrer hinteren, wie vorzüglich ihrer vorderen Fläche hervorgebracht werden. Die blättrige Structur der Linse ist einer solchen Compression und Gestaltveränderung ebenso günstig, wie die einzelnen Lamellen der Zwischenwirbelbänder oder Bandscheiben einer Zusammendrückung bei den verschiedenen Bewegungen der Wirbelsäule. Wiederholte Messungen der Dimensionen, so wie der Brechungskraft der verschiedenen durchsichtigen Gebilde des Vogelauges mögen über die Ausdehnung einer solchen Gestaltveränderung entscheiden.

Die Gründe für diese Zusammendrückung der Linse sind nun zuerst der Umstand, dass das Todtenauge von entfernten Objecten ein deutliches Bild entwirft, wie ich am Schnepfenauge beobachtete. Denn da gleichzeitig der Kamm mit seiner Anheftungsmembran im Todtenauge gespannt sind, so folgt hieraus nothwendig, dass der Kamm nicht die Linse zurückziehen kann. Auch ist die Structur dieses Organs so zart, dass man es keinesweges mit der Iris und dem Ciliarkörper vergleichen kann. Ferner lässt aber eben jene Spannung des Kammes mit seiner Anheftungsmembran kein Vorrücken der Linse zu. Nichts desto weniger beobachtet man drittens ein solches Vorrücken, wenigstens am Papageien- und Adlerauge. Dieses kann also nicht anders zu Stande kommen, als durch eine Verlängerung der Linsenachse. Viertens spricht aber auch die Beobachtung der Iris eines in die Nähe sehenden Vogelauges für die Compression der Linse. Denn an denjenigen Papageienarten, bei welchen der innere Theil der Iris graublau, der äussere roth gefärbt ist, sieht man diesen äusseren rothen Ring hierbei breiter werden, beim Fernsehen dagegen erscheint der rothe Theil sogleich wieder schmäler. Diese Veränderung geht ganz unabhängig von der Erweiterung oder Verengerung der Pupille vor sich, und man sieht zugleich die Anheftungsfasern der Iris zum Vorschein kommen.

Wir hätten somit als Grund der inneren Veränderung des menschlichen Auges beim Nahsehen fast mit voller Gewissheit sowohl das Vorrücken als die stärkere Wölbung der Linse anzusehen, während beim Fernsehen die Linse zurücktritt und flacher wird.

Anhang.

Die von dem Hrn. Prof. Krause in Meckel's Archiv für Anatomie und Physiologie (B. VI. 1832) bekannt gemachten Messungen der Dimensionen des menschlichen Auges lassen wegen der grossen Genauigkeit, mit welcher sie ausgeführt sind, hoffen, dass sich mit Hülfe derselben und mit Benutzung der von Brewster ermittelten Brechungsverhältnisse der verschiedenen Theile des Auges eine genaue Berechnung der beim Sehen im Auge vorgehenden Strahlenbrechung anstellen lasse. Ich habe daher auf Aufforderung des Hrn. Prof. Hueck diese Berechnung unternommen, bei welcher es vornehmlich darauf ankam, zu untersuchen, ob bei den durch die Beobachtung gegebenen Dimensionen und Brechungskräften der verschiedenen Theile des Auges wirklich die von einem unendlich entfernten Puncte kommenden Strahlen in einen Punct der Netzhaut vereinigt werden, und ob diese Vereinigung auch bei Strahlen, die von einem näher liegende Puncte herkommen, durch die im Auge möglichen Veränderungen zu Wege gebracht werden können, das heisst, ob sich das Fern- und Nahsehen aus diesen Veränderungen des Auges erklären lasse. Der Hrn. Prof. Krause hat seine Messungen an zwei menschlichen Augen vorgestellt, von denen das eine aber ziemlich abnorm gebildet war; ich habe daher die Berechnung nur für das andere ausgeführt, an welchem die zur Rechnung erforderlichen Grössen nach seinen Messungen folgende Werthe haben:

	Krümmungshalbmesser	Distanz.
vordere Fläche der Hornhaut	4,352 Par. Lin.	0,4 Par. Lin.
hintere Fläche der Hornhaut	3,072	1,2
vordere Fläche der Linse	4,424	0,9
vordere Fläche des Kerns	2,876	0,9
hintere Fläche des Kerns	2,046	0,2
hintere Fläche der Linse	2,246	6,65
(von der Netzhaut).		

Die von Brewster angegebenen strahlenbrechenden Kräfte der durchsichtigen Theile des Auges sind:

	Brechungscoefficient.
Hornhaut	1,3860
wässr. Feuchtigkeit	1,3366
äussere Schicht der Linse	1,3776
Kern der Linse	1,3999
Glaskörper	1,3394.

Die Krümmungshalbmesser für den innern Kern der Linse hat Krause zwar nicht aufgeführt, ich habe jedoch, übereinstimmend mit der von ihm gegebenen Zeichnung, angenommen, dass der Kern eine der ganze Linse ähnliche Gestalt habe, und die vordere Fläche elliptisch, die hintere parabolisch geformt sei, und danach die Krümmungshalbmesser berechnet. Auch habe ich mir die Freiheit genommen, aus den Brechungscoefficienten der äusseren u. mittleren Schicht, welche Brewster = 1,3767 und 1,3786 angibt, das Mittel zu nehmen, weil Krause diese beiden Schichten an dem untersuchten Auge nicht von einander zu trennen vermochte.

Die Berechnung geschah nach der bekannten Formel

$$x = \frac{y}{\frac{n}{n'} + \frac{n'-n}{n'r}\,y}$$

in welcher n und n′ respective die Brechungscoefficienten der Mittel sind, aus welchen die Strahlen kommen, und in welches sie dringen, r der Krümmungshalbmesser der brechenden Fläche, welche beide Mittel von einander trennt, y die Entfernung des Vereinigungspunctes der einfallenden Strahlen von der Fläche, und x die gesuchte Entfernung des Vereinigungspunctes der gebrochenen Strahlen von derselben. Die Grössen r, y und x sind positiv, wenn sie auf der Seite des zweiten Mittels liegen, in welches die Strahlen dringen.

Durch die wiederholte Anwendung dieser Formel auf jede der brechenden Flächen von der vordern Fläche der Hornhaut bis zur hinteren Fläche der Linse, finden wir zuletzt die Entfernung des Vereinigungspunctes der gebrochenen Strahlen von dieser letzteren Fläche. Die vollständige Formel für diese Entfernung ist überaus complicirt, und eine angenäherte Formel schwierig zu bilden, weil man es mit lauter kleinen Grössen zu thun hat, die wiederholte Rechnung nach jener Formel war daher vorzuziehen. Es ergibt sich auf diese Weise die Entfernung des Vereinigungspunctes aus der Unendlichkeit kommender Strahlen von der hinteren Fläche der Linse, für das vorliegende Auge, = 9,55 Par. Lin., während zufolge der Krause'schen Messungen die Entfernung der Netzhaut von derselben Fläche nur 6,65 beträgt. Die Strahlen würden sich demnach 2,9 P. L. hinter der Netzhaut vereinigen.

Dieses unbefriedigende Resultat lässt sich eines Theils daraus erklären, dass die brechenden Kräfte der das Auge zusammensetzenden Theile für verschiedene Individuen verschieden sein können, und es daher unthunlich war, die Brewster'schen Bestimmungen der Brechungscoefficienten mit den Krause'schen Messungen der Dimensionen, da sie sich auf ganz verschiedene Augen beziehen, zusammenzustellen; anderen Theils aber scheint es mir auch auf die noch zu geringe Genauigkeit geschoben werden zu müssen, mit welcher die Krümmungshalbmesser der brechenden Flächen des Auges ermittelt sind Denn wenn auch die Messungen von Krause alle früheren an Genauigkeit übertreffen, und die Fehler derselben nur auf wenige Hunderttheile der Linie steigen, so lässt doch die ganze Methode, durch Messung der Abscissen und Ordinaten die Krümmungshalbmesser zu finden, in der Bestimmung dieser nur einen sehr geringen Grad von Genauigkeit zu, indem ein Fehler von 0,01 Lin. in den kleinen Abscissen u. Ordinaten, aus denen sich gerade die richtigsten Werthe des Krümmungshalbmessers ergeben müssten, in diesem einen Fehler von mehreren Zehntheilen, ja von einer ganzen Linie erzeugen kann. Es muss übrigens auch nicht unbeachtet gelassen werden, dass wir bei unserer Berechnung auf die

vielfache Schichtung der Linse, durch welche ihre Kraft bedeutend erhöht wird, nicht Rücksicht genommen haben, was offenbar den Fehler unseres Resultats vergrössern musste.

Obgleich nun das Zusammenfallen des Bildes mit der Netzhaut sich aus den zu Grunde gelegten Werthen der Elemente nicht ergeben hat, so können wir doch mit Benutzung derselben untersuchen, ob durch die im Auge möglichen Veränderungen bewirkt werden kann, dass der Vereinigungspunct der Strahlen immer in derselben Entfernung von der vorderen Fläche der Hornhaut bleibt, wenn auch das gesehene Object aus der Unendlichkeit bis auf eine Entfernung von 5 Zoll, als der kleinsten, bei welcher noch ein deutliches Sehen Statt findet, dem Auge genähert wird.

Durch die physiologischen Beobachtungen des Hrn. Prof. Hueck ist ausgemacht, dass beim Nahesehen ein Vorrücken der Linse Statt findet, und dass wahrscheinlich die Linse zu gleicher Zeit eine seitliche Compression erfährt, ja bei den Augen der Vögel letzteres allein anzunehmen ist. Wir wollen daher untersuchen, wie diese beiden Veränderungen des Auges auf die Strahlenbrechung in demselben wirken, und zuerst das Vorrücken der Linse betrachten.

Bezeichnen wir durch d die Entfernung der vorderen Fläche der Linse von der hinteren Fläche der Hornhaut, welche nach Krause's Messungen bei dem vorliegenden Auge $= 1{,}2$ Lin., und durch l die Entfernung des gesehenen Objects von der vorderen Fläche der Hornhaut, so erhalten wir für die Entfernung des Vereinigungspunctes der Strahlen von der vorderen Fläche der Hornhaut die Formel:

$$\frac{5{,}1218\ l + 10{,}4022 - (0{,}32264\ l - 4{,}4385)\ d}{0{,}50911\ l - 4{,}2695 - (0{,}01091\ l - 0{,}15008)\ d} + 2{,}4 + \mathrm{d}.$$

Der gebrochene Ausdruck, welcher in dieser Formel vorkommt, gibt uns nämlich die Entfernung des Vereinigungspunctes von der hinteren Fläche der Linse, und setzen wir in ihm $d = 1{,}2$ und $l = \infty$, so bekommen wir dafür den schon früher angeführten Werth 9,545; die ganze Formel erhält also für den Fall, dass die Strahlen aus den Unendlichkeit kommen, den Werth 13,145. Sollen nun die Strahlen sich immer in demselben Puncte vereinigen, wenn auch die Entfernung des Objects l abnimmt, so muss jene Formel immer denselben Werth 13,145 behalten, und daraus ergibt sich zwischen l und d die Relation:

$$l = \frac{56{,}278 - 1{,}4436\ d + 0{,}15008\ d^2}{0{,}3487 - 0{,}30370\ d + 0{,}01091\ d^2}$$

Würden wir hier $d = 1{,}2$ setzen, so würde $l = \infty$ werden, lassen wir d bis auf o abnehmen, so wird $l = \frac{56{,}278}{0{,}3487} = 161$. Also bei einer Entfernung des Objects von 161 Lin. oder $13\frac{1}{2}$ Zoll müsste die Linse schon bis zur hinteren Fläche der Hornhaut vorgerückt sein, wenn der Vereinigungspunct der Strahlen in gleicher Entfernung hinter der Hornhaut bleiben sollte. Es ergibt sich hieraus, dass aus dem Vorrücken der Linse allein das Fern- und Nahsehen nicht erklärt werden kann.

Wir wollen nun sehen, wie eine seitliche Compression der Linse wirkt, durch welche der Durchmesser derselben verkürzt wird. Die Verkürzung des Durchmessers geschehe in dem Verhältniss von $1 - e : 1$, dann muss sich, mit Vernachlässigung der höhern Potenzen von e, die Axe der Linse im Verhältniss von $1 + 2e : 1$ vergrösern, wenn man nicht annehmen will, dass die Masse derselben in einen kleineren Raum zusammengedrängt wird. Es ergibt sich hieraus, dass sowohl die Krümmungshalbmesser für die äusseren Flächen der Linse als für ihre Schichten und ihren Kern verkleinert werden, und zwar im Verhältniss von $1 - 4e : 1$, wo ebenfalls die höheren Potenzen von e vernachlässigt sind. —

Bestimmen wir bei dieser Veränderung des Auges aus den oben angegebenen Elementen wiederum den Ort des Vereinigungspunctes der Strahlen unter der Voraussetzung, dass die hintere Fläche der Linse unverrückt bleibt, so findet wir für die Entfernung des Vereinigungspunctes von dieser Fläche die Formel

$$\frac{4{,}7346\ l + 15{,}728 - (0{,}64614\ l + 1{,}479)\ e}{0{,}49602\ l - 4{,}0894 + (0{,}66942\ l + 1{,}5106)\ e}$$

und soll diese immer dieselbe bleiben, wie für $l = \infty$ und $e = o$, wo der Werth derselben $= 9{,}545$, so ergibt sich aus dieser Formel folgende Relation zwischen e und l:

$$e = \frac{1}{0{,}1285\ l + 0{,}29}$$

Die kleinste Entfernung des Objects, welcher man das Auge ohne übermässige Anstrengung und ohne Undeutlichkeit des Bildes adaptiren kann, beträgt 5 Zoll; setzen wir also $1 = 60$ (denn alle Längen sind hier in Linien ausgedrückt), so ergibt sich e nahezu $= \frac{1}{8}$. Erfährt also die Linse eine seitliche Compression, die ihren Durchmesser um seinen 8ten Theil verkürzt, so ist das Auge dadurch in den Stand gesetzt, die aus einer Entfernung von 5 Zoll kommenden Strahlen in denselben Punct zu vereinigen, in welchem ohne Compression der Linse die aus der Unendlichkeit kommenden Strahlen vereinigt wurden. Eine Verkürzung des Durchmessers der Linse um seinen 8ten Theil ist aber durchaus nichts Unwahrscheinliches, denn da derselbe sonst nie über 4 Linien misst, so würde die Compression auf jeder Seite nur $\frac{1}{4}$ Linie betragen müssen. Zugleich würde sich freilich die Axe der Linse um ihren 4ten Theil verlängern, woraus ein Vorrücken der vorderen Fläche der Linse um ungefähr $\frac{1}{2}$ Linie hervorginge, doch könnte dabei noch immer ein geringes Vorrücken der ganzen Linse Statt finden, was offenbar dahin wirken würde, dass auch aus noch geringerer Entfernung kommende Strahlen ohne stärkere Compression in denselben Punct vereinigt werden könnten. Was übrigens die Vernachlässigung der höheren Potenzen von e anbetrifft, so will ich nur bemerken, dass ihre Beibehaltung eher günstig als ungünstig auf das gewonnene Resultat einwirkt. Somit erklärt sich also das Fern- und Nahsehen am natürlichsten aus einer seitlichen Compression der Linse, verbunden mit einem Vorrücken derselben oder auch ohne dieses.

Geschrieben den 9ten Juni 1838.

Dr. E. Senff.

Literatur.

1. *Aristotelis* opera omnia. Lugd. Batav. 1590. ed. Casaubonii.
2. *Senecae* naturales quaestiones ex Lipsii emendatione. Amst. 1636.
3. *Galenus*, de usu partium edit. Chart. IV.
4. *Fr. Rixner*, opticus thesaurus. Basileae 1572.
5. *Rogeri Baconis* specula mathematica et perspectiva ed. Combach. Francofurti 1614.
6. *Fr. Maurolyci* theoremata de lumine et umbra c. notis Clavii. Lugd. Batav. 1613.
7. *Porta*, magia naturalis. Neapoli 1583.
8. *Falloppia*, observationes anatomicae. Venetiis 1561.
9. *I. Kepleri* paralipomena ad Vitellionem. Francofurti 1604.
10. *I. Kepleri* dioptrice seu demonstratio eorum quae visui et visibilibus propter conspicilla non ita pridem inventa accidunt. Augustae Vindelicorum 1611.
11. *Scheiner*, oculus, hoc est fundamentum opticum. Oeniponti 1619.
12. *Adelon*, physiologie de l'homme. Tom. I. Paris 1823.
13. *Haller*, elementa physiologiae. Tom. V. Lausannae 1763.
14. *Boerhaave*, praelectiones academicae, edid. et not. add. Alb. a Haller. Vol. III. Taurini 1755.
15. *Buffon*, histoire naturelle. Tom. III. Paris 1749.
16. *G. Parrot*, Entretiens sur la physique. Tom. III. Dorpat 1820.
17. *Carus*, Zootomie. Leipzig 1818.
18. *Albers*, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Thiere. Hft. 1. Bremen 1802.
19. *Cuvier*, Vorlesungen über die vergleichende Anatomie, übers. v. Meckel. Leipzig 1818. T. II.
20. *Blumenbach*, de oculis Leucaethiopum, in Comm. soc. Gotting. 1784. vol. VII.
21. *Olbers*, diss. de oculi mutationibus internis. Gottingae 1780.
22. *Rudolphi*, Grundriss der Physiologie. B. II. Abth. 1. Berlin 1823.
23. *P. Schmidt*, Bemerkungen über die Structur des Auges der Vögel; aus den philos. transact. 1795. part. II. übers. in Reil's Archiv. B. II. S. 204.
24. *E. Home*, über die Muskelbewegung; aus d. philos. transact. 1796. part. I. in Reil's Archiv. B. II. S. 418.
25. *G. Parrot*, Grundriss der Physik. Dorpat 1811. Bd. II.
26. *Porterfield*, on the eye the, manner and phaenomena of the vision. Edinb. 1759. vol. I.
27. *Beer*'s Lehrbuch der Augenkrankheiten. Wien 1817. Bd. II.
28. *Berthold*'s Lehrbuch der Physiologie. Göttingen 1829. B. II.
29. *Huygens*, Traité de la lumière. à Leide 1695.
30. *Boyer*, traité des maladies chirurgicales. T. V. 2 édit. Paris 1810.
31. *Monteggia*, instituzione chirurg. ediz. sec. vol. VI. Milano 1815.

15

32. *Beer,* das Auge. Wien 1813.
33. *Jurin,* Essay upon distinct and indistinct vision, übers. in Schmidt's Lehrbegriff der Optik. S. 483.
34. *Kieser,* de anamorphosi oculi. Gottingae 1804.
35. *Le Moine,* quaestio, an obliqui musculi retinam a crystallino removeant? Parisiis 1743, in Halleri diss. sel. vol IV. p. 133.
36. *Crampton,* Entdeckung eines Organs, durch welches die Augen der Vögel sich den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände anpassen. Medic. chirurgische Zeitung 1816. Bd. IV S. 86. Altenburger Annalen 1816 S. 837. Gilbert's Annalen 1815. St. 3. S. 278—88.
37. *Monro,* in den Altenburger Annalen f. d. J. 1801. S. 97.
38. *Purkinje,* Beiträge zur Kenntniss des Sehens in subjectiver Hinsicht. Prag 1819.
39. *Rudolphi,* anatomisch- physio ogische Untersuchungen. Berlin 1802.
40. *Young,* Bemerkung über den Mechanismus des Auges beim Fern- und Nahsehen. Aus den philos. transact. 1801. part. I. in den Altenburger Annalen 1801. S. 88.
41. *E. Hall,* Versuche und Bemerkungen über das Sehen, in Meckel's Archiv B. IV. S. 611.
42. *Ch. Wells* Beobachtungen und Versuche über das Sehen, in Gilbert's Annalen der Physik 1813. Bd. 43. S. 128.
43. *Jüngken,* über den Nutzen der Iris, in Gräfe und Walther's Journal für Chirurgie und Augenheilkunde. Bd. II. St. II. S. 672.
44. *P. Camper,* diss. de visu. L. B. 1746. in Halleri diss. sclect. vol IV p. 225.
45. *Jüngken,* über den angeborenen Mangel der Iris bei einem dreijährigen Knaben, in Gräfe und Walther's Journal. B. I. S. 381.
46. *Pänitz,* Wahrnehmungen am Auge ohne Iris, in der Zeitschrift für Natur- und Heilkunde von Carus, Ficinus und Kreissig. Leipzig 1821. S. 214.
47. *Dzondi,* Beobachtungen an einem Auge ohne Iris, in den Altenburger Annalen v. J. 1818.
48. *Cartesius,* dioptrice. Lugd. Batav. 1637.
49. *Pemberton,* diss. de facultate oculi, qua ad diversas distantias se accommodat. L. B. 1719. in Haller diss. select. T. III. Part. I. S. 151.
50. *Young,* über die Fähigkeit des Auges, nah und fern zu sehen, in Green's Journal der Physik, B. II. 1794. S. 415, aus d. philos. transact. 1793.
51. *Leeuwenhoek,* arcana naturae detecta. L. B. 1722. T. III.
52. *Sattig,* praeside *Reil,* diss. de lentis crystallinae structura fibrosa. Halae 1794.
53. *Reil,* v. d. fasrichten Structur der Krystalllinse, in Green's Journal, B. VIII. S. 325.
54. *Reil,* diss. de oculi mutationibus internis. Halae 1797.
55. *Camper,* diss. de quibusdam oculi partibus. Halleri diss. select. vol. IV S. 261.
56. *S. Th. Sömmerring,* Abbildungen des menschlichen Auges. Frankfurt am Main 1801.
57. *Baerens,* diss. sistens lentis chrystallinae monographiam. p. I. Tubingae 1819.
58. *Janin,* mémoires et observations sur l'oeil. Lyon et Paris 1772.
59. *Pellier,* des maladies de l'oeil. Montpellier 1783.
60. *Richter's* chirurgische Bibliothek. Bd. VIII.
61. *Gleize,* maladies de l'oeil. Paris 1786.
62. *V. F. Plempius,* ophthalmographia. fol. Lovanii 1648.
63. *Sturm,* diss. de presbyopia et myopia. Altdorfii 1697. (Disquisitio physico-mathematica de presbytis et myopibus, quam sub praesidio J. C. Sturmii defendet J. J. *Scheuchzer.* Altdorfii 1693.)
64. *Sturm,* diss., visionem ex obscurae camerae tenebris illustrans ib.
65. *I. I. Platner,* de motu ligamenti ciliaris in oculo. Lipsiae 1738.
66. *Gräfe,* über die Bestimmung der Morgagni'schen Feuchtigkeit und des Faltenkranzes, in Reil's Archiv für Physiologie. B. IX. S. 207.
67. *Zinn,* programma de ligamento ciliari. Gottingae 1753.
68. *Zinn,* de differentia fabricae oculi humani et brutorum, in Commentat. societ. Gotting. ad annum 1754. T. IV. S. 192.

69. *James Ware,* Beobachtungen über Kurz- und Fernsichtigkeit; aus den philos. transact. 1813 in Gilbert's Annalen, Bd. 54. 1816. S. 253.
70. *Weller,* Krankheiten des menschlichen Auges. Berlin 1819.
71. *Himly,* ophthalmologische Beobachtungen und Untersuchungen. Bremen 1801.
72. *Buffon,* histoire naturelle. Paris 1749. T. III.
73. Dictionnaire des sciences médicales. T. 29. article Lunette.
74. *Cuvier,* Vorlesungen über die vergleichende Anatomie, übers. v. Meckel. Leipzig 1809. B. II.
75. *Walther,* diss. de lente crystallina, in Halleri diss. sel. vol. IV. p. 141.
76. Mémoires de l'académie pour l'an 1724.
77. *Priestley's* Geschichte der Optik, übersetzt von Klügel. Leipzig 1776.
78. *Müller,* über den Einfluss der verschiedenen Grösse der Pupille auf das deutliche Sehen in verschiedenen Entfernungen, nach Versuchen von W. Hutchinson, in dem 45sten Bande des Lond. med. Journ., in Gräfe und Walther's Journal. Bd. III. Hft. 2. S. 299.
79. *Morton,* in den Froriep'schen Notizen B. 32. S. 310, a. d. American Journal of med. science. Nov. 1831.
80. *Adelon,* physiologie. Tom. II. Paris 1823.
81. *Brewster,* über die Fähigkeit des Auges, sich den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände anzupassen; in Gilbert's Annalen der Physik. Bd. 78. von Poggendorff. Leipzig 1814. S. 271.
82. *J. Müller,* zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig 1826.
83. *Simonoff,* prof. à Kasan, réfutation de la prétendue nécessité mathématique du deplacement du crystallin pour conserver constante la distance focale de l'oeil. Bulletin des sc. médic. 1825. T. IV S. 29. Magendie journal de physiol. expérim. 1824. T. IV p. 260. aus dem courier de Kasan.
84. *Purkinje,* über die Wirkung der Belladonna auf das Sehen. Froriep's Notizen. Bd. IX. S. 345.
85. *Chr. Scheiner,* Rosa ursina, sive sol ex admirando facularum et macularum suarum phaenomeno varius. Bracciani 1626—1630.
86. Physiologia *Kircheriana,* ex vastis operibus Athanasii Kircheri (Kestlerus redigit Romae 1675). Amstelodami 1680.
87. *J. Zahn,* oculus artificialis teledioptricus. ed. secunda. Norimbergae 1702.
88. *Zacharias Trabes,* de soc. Jesu, nervus opticus sive tractatus theoreticus opticam, catoptricam, dioptricam continens. Viennae 1690.
89. *Vallée,* mémoire sur la théorie de la vision. Magendie, Journal de physiologie expérimentale 1821. T. I. p. 144.
90. *Everard Home,* in den philos. transact. for the year 1821. part. I.
91. *Lehot,* nouvelle théorie de la vision. 1er mém. Paris 1823.
92. *Sharpe* in the philosophical magazine and annales of Philosophy. 1830 April.
93. *Mile* (prosesseur de physiologie à l'université de Varsovie), de la cause, qui dispose l'oeil pour voir distinctement les objects placés à différentes distances. Journal de phys. expér. 1826. Juin et Juillet p. 166.
94. *W. Sömmerring,* Beobachtungen über die organischen Veränderungen im Auge nach Staaroperationen. Frankf. am M. 1828.
95. *Mayer,* über Reproduction der Krystalllinse, in Gräfe und Walther's Journal. Bd. 18. Hft. 4.
96. *R. Middlemore,* über die Wiedererzeugung der Krystalllinse, in Froriep's Notizen. B. 34. S. 297.
97. *Costeau* und *Leroy d'Etiolle,* Versuche über die Reproduction der Linse, aus dem Journ. de physiol. expérim. T. VII. S. 30. in Fror. Notiz. Bd. 16. S. 289.
98. *Becquet,* Beobachtungen über das Zittern der Iris, in Langenbeck's Bibliothek für Chirurgie. Göttingen 1810. Bd. III. St. 3.
99. *Le Roi,* différens accidens de la vue. Paris 1694.
100. *Mackenzie,* über die antagonistische Wirkung der Pupille und des Strahlenkranzes; aus d. Lond. med. Gaz. vol. V. Jan. 1834, in Schmidt's Jahrbüchern 1834. Bd. IV. Heft. 1. S. 4.
101. Dr. *Paolo del Acqua,* Mitglied der medicin. Facult. zu Pavia, über das Verkehrtsehen; aus Omodei annali universali Marzo 1834, in Schmidt's Jahrbüchern 1834. B. IV. Hft. 1. S. 16.

102. *Angelo Vittadini*, über des Aufrechtsehen; a. d. medic. Jahrb. des k.k. österreichischen Staats v. Stift und Raimann. Bd. XVII. St. 3. 1835. in Kleinert's Repertorium, Supplementheft. 1836.

103. *Crahay*, in Fror. Notiz. 1835. B. 44. S. 273.

104. Dr. *Griffin*, über einen besonderen Zustand des Auges, wo drei Bilder gesehen werden; in Fror. Notiz. Bd. 45. S. 84.

105. *John Walker* (Chirurg an dem oculistischen Institute zu Manchester), über die Regulirung des Auges behufs des deutlichen Sehens in verschiedenen Entfernungen, in Fror. Notiz. Bd. 45. S. 328. u. in Schmidt's Jahrb. 1836. 3.

106. *Peclet*, über die Striche, welche man beobachtet, wenn man mit blossem Auge durch eine schmale Spalte sieht. Annales de chymie et physique. T. 54. S. 379, in Poggendorff's Annalen, 1835, No. 3. S. 557.

107. Dr. *Serre* zu Usiz, über das deutliche Sehen in verschiedener Distanz a. d. bull. de thérapie T. 8. L. 4. 1835. in Schmidt's Jahrb. 1836. 1. S. 8.

108. *Maunoir* in Genf, über die Fähigkeit des Auges, sich verschiedenen Distanzen anzupassen. Fror. Notiz. No. 1056. Bd. 48. S. 337.

109. *Maunoir*, über denselben Gegenstand, a. d. annales des sc. nat. Mars 1836. p. 189 in Fror. Notiz. No. 1050. Bd. 48. S. 244.

110. *Feuchtner*, über das Nah- und Fernsehen, in Rust's Magazin B. 37. oder N. F. Bd. 13. Heft. 2.

111. *Dugés*, l'Institut No. 73. 1834 und Müller's Archiv 1835 S. 144.

112. *Prevost*, über das Doppeltsehen mit einem Auge. Fror. Notiz. Bd. 36. No. 8.

113. *Steifensand*, über das Doppeltsehen mit einem Auge bei der Myopie; in Gräfe und Walther's Journal Bd. 18. Hft. 1. S. 80.

114. *C. Petitpierre*, der Rathgeber für die Erhaltung der Augen. Berlin 1828.

115. *I. M. Conradi*, der dreifach geartete Sehestrahl. Coburg 1710.

116. *Maunoir*, sur l'organisation de l'iris et l'opération de la pupille artificielle. Paris 1812.

117. *Weber*, tractatus de motu iridis. Lipsiae 1821.

118. *F. Hildebrandt's* Handbuch der Anatomie des Menschen, herausgegeben von Weber. 1ster Bd. Braunschweig 1830. 2ter Band 1832.

119. Allgemeine Encyclopädie v. Ersch. und Gruber. Bd. VI. Leipzig 1821. Artikel Auge.

120. *Egerton A. Jennings*, über die Physiologie der Iris, a. d. Lond. physic. and medic. Journal Apr. 1828. S. 287, in Fror. Notiz. Bd. 21. S. 133. No. 449.

121. Dr. *M. Schön*, Handbuch der pathologischen Anatomie des m. Auges. Hamburg 1823.

122. *Behr*, Beobachtung eines Kindes ohne Iris; literärische Annalen der gesammten Heilkunde. Apr. 1829.

123. *Ammon*, über angeborene Spaltung der Iris, Chorioidea und Retina des m. Auges; in der Ztschr. für Ophthalmologie. Bd. 1. Hft. 1. S. 55.

124. *Blumenbach*, de oculo Leucaethiopum et iridis motu. Gottingae 1786.

125. *C. H. Weller*, Diätetik für gesunde und schwache Augen. Berlin 1821.

126. *I. Poppe*, die ganze Lehre vom Sehen. Tübingen 1823.

127. *Magendie*, Lehrbuch der Physiologie a. d. Fr. v. Hofacker. Bd. I. Tübingen 1826.

128. *A. W. Volkmann*, Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig 1836.

129. *G. Rh. Treviranus*, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Sinneswerkzeuge. Hft. 1. Bremen 1828.

130. *G. Rh. Treviranus*, Beiträge etc. Bd. I. Hft. 1. Ueber die blättrige Structur der Krystalllinse des Auges. Bremen 1835.

131. Dr. *Fr. Arnold*, Unters. über das Auge des Menschen. Heidelberg und Leipzig 1832.

132. *G. Rh. Treviranus*, Biologie. Bd. VI. Göttingen 1821.

133. Das Sehen seinem äusseren Processe nach entwickelt. Riga und Göttingen 1830. (Dorpat bei Kluge.)

134. de la *Hire*, sur les différens accidens de la vue. Paris 1694.

135. *Rudolphi*, anatomisch- physiologische Abhandlungen.

136. *Holke*, disquisitio de acie oculi dextri et sinistri. Lipsiae 1830.

137. Dr. *C. Bartels*, Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Berlin 1834.

138. *Dunglisson*, Versuche über das Sehen. Gräfe und Walther's Journal. Bd. II. S. 393.

139. Dr. C. *Ritter*, allg. physiologische Betrachtung der Sinnesorgane; Gräfe und Walther's Journal. Bd. IX. 1833. S. 393.
140. Dr. *E. Eggert*, der Process des Sehens und seine Störungen; Gräfe und Walther's Journal. Bd. 8 1832. S. 347.
141. Dr. *G. Heermann*, über die Bildung der Gesichtsvorstellungen aus den Gesichtsempfindungen, mit 12 Tafeln. Hannover 1835.
142. Dr. *Wagner*, über ein Paar neuentdeckte Muskeln im Wallfischauge.
143. Diss de mutationibus oculi internis. Dorpati 1826.
144. *I. Werneburg*, die richtige Katoptrik. Nova acta nat. cur. tom. XIV. part. II. S. 575; und Dr. L. v. *Münchow*'s Gegenbemerkung zur vorstehenden richtigen Katoptrik.
145. *Plagge*, neuer Beitrag zur Lehre vom Sehen. Meckel's Archiv. Bd. VII. S. 213.
146. *Mayer*, das Auge ein Hohlspiege. Meckel's Archiv. Bd. VI. S. 55.
147. *Andrews Horn*, the seat of vision determined. London 1813.
148. *A. F. Krause*, Handbuch der menschl. Anatomie. Bd. I. Abth. 2. Hannover 1836.
149. *Zinn*, descript. anat. oculi humani; ed alt. ab Wrisberg. Gottingae 1780.
150. *Schmidt*, Versuch mit der Auflösung der Bilsenkrautextracts; in der ophthalmologischen Bibliothek v. Himly u. Schmidt. Bd. III. Hft. 1.
151. *Krause*, über den Bau und die Dimensionen des menschl. Auges. Meckel's Archiv. 1832. S. 86.
152. *Th. Smith*, über die Muscularstructur und die Function der Linsecapsel und der *zonula ciliaris;* a. d. Lond. and Edinb. philos. magaz. V. 3. No. 13. Jul. 1833. in Schmidt's Jahrb. 1834. Bd. I. Hft. 1. S. 6.
153. *Murray*, descriptio canalis Fontanae in oculo. Nova acta societ. Upsaliensis. 1780. vol. III. p. 41.
154. Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften in Paris, übers. v. Steinwehr. Breslau 1755.
155. *Meckel*'s Handbuch der m. Anat. B. IV. Halle und Berlin 1820.
156. *I. Hegar*, diss. de oculi partibus quibusdam. Gottingae 1818.
157. *Ammon*, vom orbiculus capsulo-ciliaris; siehe dessen Zeitschr. für Ophthalmol. B. 1. Hft. 1.
158. *Fränzel*, die drei Häute des menschlichen Auges. Daselbst S. 10.
159. *Eble*, über das Strahlenband im Auge; daselbst B. II. Hft. 2. S. 157.
160. *Ammon*, Beiträge zur Anatomie des orbiculus ciliaris; daselbst S. 194.
161. Dr. *R. K. Kohlrausch*, Lehrer der Mathematik am Gymnasium zu Rinteln, über Treviranus Ansichten vom deutlichen Sehen in der Nähe und Ferne. Rinteln 1836.
162. *Huschke*, Untersuchungen über einige Streitpuncte in der Anatomie des menschlichen Auges. Ammon's Zeitschrift. Bd. III. Hft. 1. S. 1.
163. *D. W. Sömmerring*, de oculorum hominis animaliumque sectione horizontali commentatio. Gottingae 1818.
164. *M. A. Unna*, de tunica humoris aquei commentatio. Heidelbergae 1836.
165. *Ribes*, über den Strahlenkörper und dessen Einfluss auf den Glaskörper, die Linse und die wässrige Feuchtigkeit; aus den mém. de la soc. méd. d'émulation. P. VIII. S. 631. in Meckel's Archiv B. IV. 1818. S. 632—35.
166. Encyklopädisches Wörterbuch der medicinischen Wissenschaften von den Berliner Professoren. Bd. IV. Artikel Augapfel von *Schlemm*. S. 22.
167. Dr. *I. Döllinger* über das Strahlenblättchen im menschlichen Auge in den nov. act. acad. Caes. Leop. Car. P. IX. Erlangae 1818. S. 267.
168. *F. Muck*, diss. anat. de ganglio ophthalmico. Landishuthi 1815.
169. *A. Haller*, operum anatomici argumenti minorum T. III. Lausannae 1768.

Erklärung der Figuren.

(Fig 1 bis Fig. 9 sind auf der ersten Tafel abgebildet.)

Fig. 1. stellt die individuellen Verschiedenheiten der Augen in Bezug auf das Deutlich-Sehen schematisch dar zu Seite 9. *m n* bezeichnet das Maass von 48 Zoll; *G* den Grenzpunct, *F* den Fernpunct, zwischen welchen Puncten das deutliche Sehen Statt findet.

Fig. II. Ein einfacher Strich, der als Gesichtsobject dienen kann, wie z. B. S. 20.

Fig. III. Derselbe Strich, wie er sich bei Betrachtung mit einem zum Nahsehen eingerichteten oder kurzsichtigen Auge ausnimmt. S. 20.

Fig. IV. und V gleichfalls Objecte zu S. 22 und 23.

Fig. VI. stellt in l m eine einfache Glaslinse dar, *A* ist ein entfernter Punct, der parallele Strahlen aussendet; diese dringen durch die drei Oeffnungen *O*, *P* und *Q* der Karte *a b*, vereinigen sich hinter der Linse entweder im Focus *c* auf dem Papiere *d f*, oder (wenn man dieses entfernt, bis *g h*), weichen hinter dem Puncte *c* wieder auseinander, und bilden sich bei *o*, *p*, *q* ab. Der nahe Gegenstand *G* sendet divergirende Lichtstrahlen durch die Oeffnungen zur Linse; diese treffen entweder das Papier *d f* in den drei Puncten *o′*, *c′* und *q′*, oder vereinigen sich bei *p* in einen einzigen Punct. Zu S. 26.

Fig. VII. Vergrösserte Durchschnittsansicht eines menschlichen Auges zu S. 67. NB. Die Ziffern zu dieser wie zu den folgenden Figuren bleiben sich gleich und sind bei Fig. XXIV angegeben.

Fig. VIII. Durchschnittsansicht der Falten des Strahlenblättchens zu S. 73.

Fig. IX. Segment eines Luchsauges in natürlicher Grösse zu S. 76.

Fig. X. auf der 2ten und 3ten Tafel. Dasselbe vergrössert zu S. 76.

Fig. XI. auf Taf. 3. Die Falten des Strahlenblättchens desselben Auges zu S. 79.

Fig. XII. auf Taf. 2. Durchschnittsansicht eines Luchsauges im Ruhezustande oder im Fernsehen zu S. 79.

Fig. XIII. auf Taf. 3. Dasselbe im Nahsehen zu S. 106.

Fig. XIV. auf Taf. 2 und 3. Durchschnitt eines Hundeauges. Die Zonula ist zum Theil aus ihrer Verbindung mit dem *corpus ciliare* gelöst. zu S. 74.

Fig. XV. auf Taf. 2. Durchschnitt eines Pferdeauges nach Sömmerring mit veränderten Lage der Ciliarleisten zu S. 87.

Fig. XVI. auf Taf. 2 und 3. Durchschnitt eines Ochsenauges zu S. 84.

Fig. XVII. auf Taf. 4. Vergrösserte Durchschnittsansicht des Ciliarkörpers eines Haasenauges zu S. 90.

Fig. XVIII. auf Taf. 4. Vergrösserte Durchschnittsansicht des Auges von *falco crysaëtos* zu S. 91.

Fig. XIX. auf Taf. 2 und 3. Verlauf der Augennerven bei *falco palumbarius* zu S. 96.

1. Sehnerv.
2. n. *oculomotorius.*
3. n. *trochlearis.*
4. n. *nasociliaris.*
5. n. *abducens.*
6. Ciliarnerven aus dem *nasociliaris.*
7. *ganglion ophthalmicum.*
8. Ciliarnerven aus dem Ganglion.
9. Zweig zum *musc. trapezoideus.*
10. Zweig zum *musc. pyriformis.*
11. musc. *recsus superior.*
12. m. *obliquus sup.*
13. m. *rectus internus.*
14. m. *rectus externus.*
15. m. *trapezoideus.*
16. Sehnige Scheide für die Sehne des m. *pyriformis.*

Fig. XX. auf Taf. 2 und 3. Verlauf der Ciliarnerven bei demselben Falken in einer vergrösserten Ansicht zu S. 97.

Fig. XXI. auf Taf. 2 und 3. Seitenansicht des Auges von *strix nyctea* noch Hinwegnahme der Cornea nebst einem Theile der Sclerotica und des knöchernen Ringes zu S. 99.

Fig. XXII. auf Taf. 4. Linse und Glaskörper von *strix nyctea* zu S. 100.

Fig. XXIII. auf Taf. 4. Durchschnittsansicht des Storchauges zu S. 101.

Fig. XXIV. auf Taf. 4. Vergrösserte Durchschuittsansicht des vorderen Theils eines Schwanenauges zu S. 102.

Die folgende Ziffern gelten zunächst für diese, aber ebensosehr für die übrigen Abbildungen, wo sie sich angegeben finden.

a. Sclerotica.
aa. äusserer, den Knochenring deckende Lamelle der Sclerotica.
a^1. vorderer Theil der Sclerotica vor dem Knochenringe.
a^2. innere den Knochenring deckende Lamelle, welche zwischen Knochenring und Hornplatte hindurch geht, und sich bei
a^3. wieder mit der äusseren Lamelle verbindet.
a^4. innerste Lamelle der Sclerotica, welche die Hornplatte von innen her deckt.
b. Cornea.
c. Verbindungsstelle zwischen Cornea und Sclerotica.
d. Linse.
e. Linselcapsel.
f. Iris. f^1 Uvea. f^2 äusserer Theil der Iris.
g. hinterer Theil des Ciliarkörpers.
h. vorderer Theil des Ciliarkörpers.
i. äuserer Rand der Iris.
k. Wasserhaut, *tunica humoris aquei Descemeti.*
l. *Canalis Schlemmii* oder *circulus venosus oculi.*
m. das kammförmige Band, *ligamentum pectinatum iridis.*
n. der vordere (vierte) Theil des *ligamentum ciliare*, welcher mit der Sclerotica verwachsen ist.
o. der Sclerotica und *corpus ciliare* vorn verbindende (dritte) Theil des *lig. cil.*
p. der dem *corpus ciliare* angewachsene (zweite) Theil des *lig. cil.*
q. der Sclerotica und *corpus ciliare* hinten verbindende (erste) Theil des *ligam cil.*
r. *orbiculus ciliaris.*
s. eine Ciliarleiste, in so weit sie an den Ciliarkörper befestigt ist.
s^1. mehrere Ciliarleisten, welche nach Wegnahme der Zonula frei liegen.
t. der obere Winkel der Zonulafalten, welcher bis zur Uvea reicht.

u. der in die hintere Augenkammer frei hineinhängende Theil der Ciliarleisten.
v. die Glashaut, da, wo sie, von dem Ciliarkörper zur Linse hinübergehend, die hintere Wand des Petit'schen Canals bildet.
w. der Petit'sche Canal.
x. die Anheftung der Zonula an die Linselcapsel.
y. die Anheftung der Hyaloidea an die Linsencapsel.
z. der äussere mit der Zonula verwachsene Theil der Hyaloidea.

α. der mittlere Fontana'sche Canal.
β. der hintere Fontana'sche Canal.
γ. der vordere Fontana'sche Canal.
δ. eine von der Zonula gebildete Falte.
ε. das Tapetum auf der Chorioidea.
ζ. der äussere Winkel einer Zonulafalte.
η. Chorioidea.
ϑ. Fasern, welche Sclerotica und Chorioidea an einander heften.
ι. Rinne zwischen zwei Falten der Zonula.
κ. λ die Oeffnung des innerhalb der Sclerotica verlaufenden Kreisgefässes.
μ. Retina.
ξ. Hornplatte im Vogelauge.
π. Ueberrest der Jacob'schen Haut, eine Verbindung bildend zwischen zwei Falten der Zonula.
ρ. vorderes Ende der Hornplatte, zwischen die beiden Lamellen der Sclerotica a^2 und a^4 hineingeschoben.
σ. Knochenring.
τ. an die Linsennapsel angeheftete Ciliarleisten.
φ. Kamm.
χ. anheftende Membran, die vom Kamme bis zur Linsencapsel geht.
ψ. ein Punct auf einer Querlinie, welche von der Anheft ng des Ciliarkörpers bis zum Linsenrande gezogen worden.

Druck von *F. A. Brockhaus* in *Leipzig*.

Bayerische Staatsbibliothek München

Hueck, Alexander Friedrich <<von>>,

Die Bewegung der Krystalllinse

Dorpat u.a. 1839

4 Anat. 100 d

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10330940-2